UCA Universidad de Cádiz

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

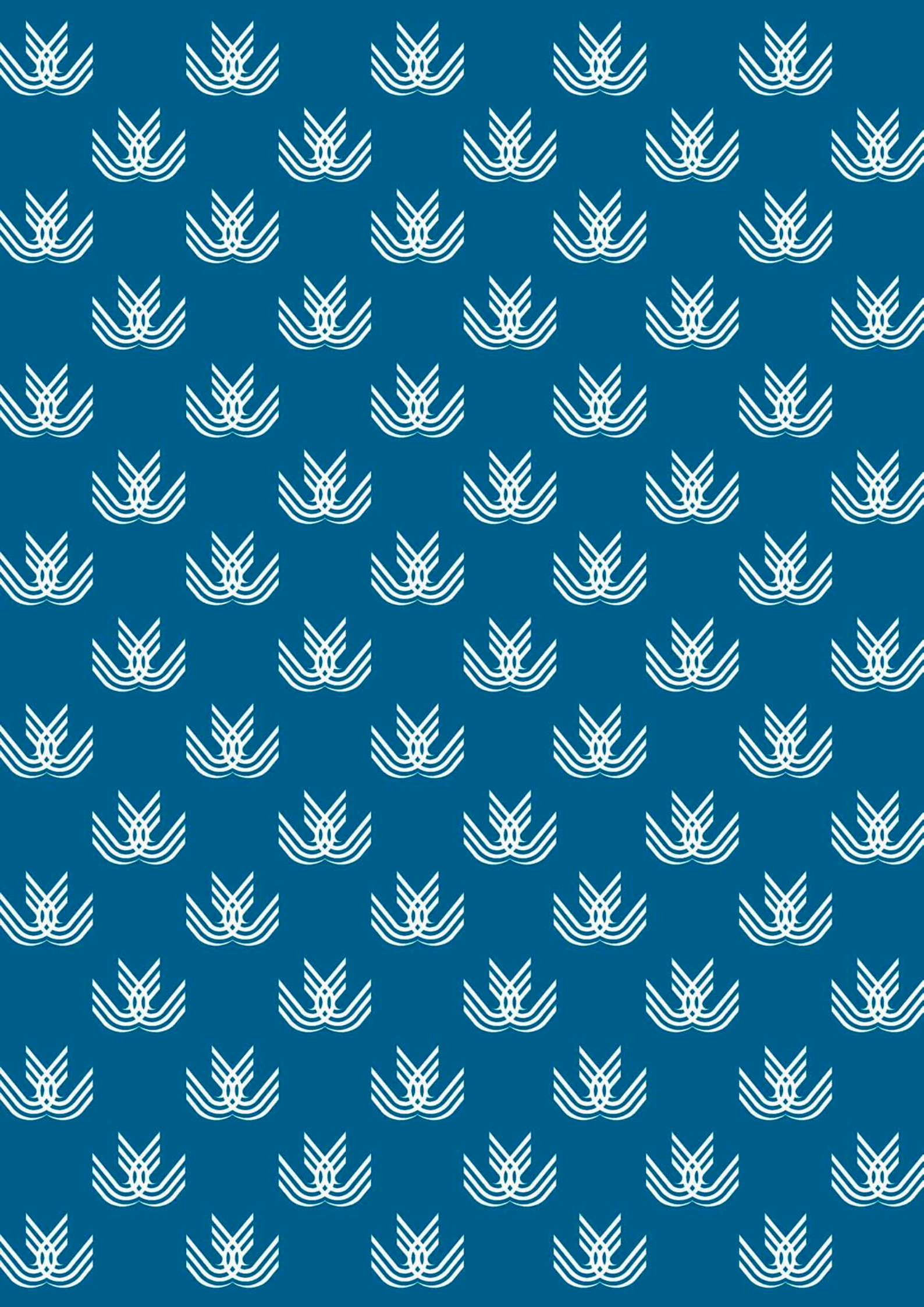
Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Titulo: Instalación solar para calentamiento de agua en complejo deportivo Universidad de Cádiz

Autora: Gema María CONDE LÓPEZ

Fecha: Diciembre 2007



RESUMEN PROYECTO FIN DE CARRERA

TITULO DEL PROYECTO: **Instalación Solar para calentamiento de agua en Complejo Deportivo Universidad de Cádiz.**

El objetivo del presente proyecto es el de diseñar y dimensionar los componentes necesarios para la colocación de una instalación solar térmica activa de baja temperatura, para calentamiento de agua para su uso en duchas de los vestuarios del Complejo Deportivo y para calentamiento del agua de reposición en la piscina cubierta del mismo.

La aplicación de la energía solar térmica en calentamiento de agua sanitaria presenta características peculiares tales como pequeño o nulo impacto ecológico y elevada calidad energética; ya que el aprovechamiento de la energía solar para este fin se convierte en una posibilidad bastante atractiva, se ha realizado este proyecto de aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento del agua sanitaria en Las Instalaciones Deportivas del Campus de Puerto Real, situado en el municipio de Puerto Real (Cádiz).

La tecnología a usar en el diseño de la instalación serán colectores solares planos con cubierta transparente, ya que son los más adecuados para llevar el agua a la temperatura de consumo (45ºC), el sistema de acumulación estará colocado en el interior del Complejo Deportivo y consta de dos depósitos verticales de 2000 L de capacidad cada uno de ellos; así mismo, el intercambiador de placas estará en el exterior de los acumuladores.

Para el dimensionado de la misma se tendrán como referencia los datos de ocupación del pasado año 2006, y según normativa se diseñará para cubrir el 60% de la necesidad energética anual. El 40% de energía restante deberá ser aportado por un sistema auxiliar de energía convencional (en este caso caldera de propano).

Las instalaciones solares para calentamiento de agua, presentan un inconveniente y es que, en el periodo del año en el que hay más radiación solar, en verano, y por lo tanto el agua se calienta con más facilidad, es cuando hay menos consumo de agua caliente, debido a que la temperatura de consumo del agua es menor para lograr el confort deseado. Por lo tanto, en este periodo el fluido que se calienta a su paso por el campo de colectores, fluido caloportador formado por mezcla de agua y propilenglicol, sufre un sobrecalentamiento y es necesario evacuar ese calor en exceso.

La normativa, a día de hoy no es restrictiva en estos casos, y deja a criterio del proyectista o empresa instaladora la solución a emplear; en este proyecto se propone la instalación de un sistema formado por 3 aerotermos, cuya función sea bajar la temperatura del fluido caloportador sobrecalentado mediante contacto con aire atmosférico, por lo tanto el calor será evacuado a la atmósfera de una forma limpia. En este tema, el protocolo de Kyoto restringe las temperaturas de emisión a la atmósfera, pero están muy por encima de los rangos de este caso.

Como peculiaridad del presente proyecto se puede citar, que al tratarse de una modificación de una instalación real ya en funcionamiento, algunos de los componentes de la instalación, aunque hayan sido diseñados y dimensionados, no será necesario comprarlos, puesto que según se demuestra, cumplen los nuevos requisitos de diseño, y podrán ser aprovechados con la misma función en la nueva instalación solar.

El dimensionado de la instalación debe conseguir un equilibrio entre el ahorro energético y el coste económico. No sería coherente con el ahorro energético que se pretende obtener del aprovechamiento de la energía solar, que la inversión en la instalación para conseguirlo fuera desproporcionada con el ahorro de energía y, por tanto, no se amortizara en un periodo de tiempo razonable.

Como complemento a todo el estudio técnico de dimensionado que se realiza, se presenta un estudio de rentabilidad económica de la inversión, en el que se evalúa el tiempo en años en el que la inversión inicial pueda ser amortizada, contando o no con ayudas e incentivos económicos de organismos oficiales y teniendo en cuenta o no el posible beneficio económico que resultaría de la venta en el mercado de emisiones del protocolo de Kyoto, de los derechos de emisión del CO_2 que se dejan de emitir por la adquisición de esta solución ambiental.

Como ya se citó anteriormente, también se realiza un estudio ambiental en el que se evalúa la disminución de emisiones de CO_2 por quema de combustible en la caldera de propano, ya que al implantar la instalación solar, el consumo de combustible se vera disminuido en una gran proporción. Una consecuencia de lo anterior es que las emisiones a la atmósfera producidas por la combustión en la caldera también se verán disminuidas.

Otro punto importante tenido en cuenta en la elaboración del presente Proyecto Fin de Carrera, es la posible aparición y diseminación de Legionela en los circuitos de agua caliente, como medidas preventivas se implantarán protecciones de temperatura en los depósitos de acumulación, estos tendrán disposición vertical para reducir el área de la zona en la que la temperatura del agua es la idónea para la aparición de la Legionela; aunque en este tema las medidas correctivas han de ser evitadas a toda costa, también se comenta como debía ser la forma de actuación en caso de aparición de un brote controlado o no en la red de tuberías de agua o en los depósitos de acumulación. Pese a todas las medidas tomadas, cada cierto tiempo se solicitará una revisión en profundidad a una empresa cualificada, tras la cual deberá emitir una certificación oficial.

INDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.
2. MEMORIA DE CÁLCULO.
3. ESTUDIO ECONÓMICO.
4. ESTUDIO AMBIENTAL.
5. PLANIFICACIÓN.
6. ANEXOS.
7. PLIEGO DE CONDICIONES.
8. PLANOS.
9. PRESUPUESTO.

1. MEMORIA

DESCRIPTIVA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.

1. Objetivo del Proyecto.
2. Emplazamiento.
3. Antecedentes.
   - 3.1. La energía solar.
   - 3.2. Descripción de las instalaciones existentes.
   - 3.3. Datos de partida.
4. Normas y Referencias Bibliográficas.
5. Diseño del proceso.
   - 5.1. Principios básicos.
   - 5.2. Subconjunto captador.
     - 5.2.1. Captador ideal.
     - 5.2.2. Conexión de los captadores.
     - 5.2.3. Orientación e inclinación de los captadores.
     - 5.2.4. Evaluación de las pérdidas.
       - Pérdidas por orientación e inclinación.
       - Pérdidas por sombras de la superficie de captación.
     - 5.2.5. Dimensionamiento de la superficie de captación.
     - 5.2.6. Ubicación de los captadores.
     - 5.2.7. Soportes.
     - 5.2.8. Solución a sobrecalentamiento.
   - 5.3. Subconjunto de almacenamiento.
     - 5.3.1. Descripción y requisitos.
       - 5.3.1.1. Materiales.
       - 5.3.1.2. Conexiones.
     - 5.3.2. Dimensionado.
   - 5.4. Subconjunto de intercambio de calor.
     - 5.4.1. Intercambiador de calor.
     - 5.4.2. Fluido caloportador.
     - 5.4.3. Conducciones.
     - 5.4.4. Bombas.
     - 5.4.5. Vaso de expansión.

5.5. Subconjunto de energía de apoyo.
5.6. Subconjunto hidráulico.
5.6.1. Circuito primario.
5.6.2. Circuito secundario.
5.7. Subconjunto de regulación y control.
5.7.1. Introducción.
5.7.2. Aparatos.
5.8. Aislamiento.
5.9. Puesta en marcha de la instalación.

1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El contenido del proyecto es el diseño y dimensionamiento de una instalación solar térmica de baja temperatura, y todos sus componentes, con colectores solares planos, para calentamiento de agua caliente sanitaria, de las instalaciones del Complejo Deportivo Universidad de Cádiz (Campus de Puerto Real). Además se llevará a cabo tanto un estudio económico para analizar la rentabilidad de la inversión que supone dicha instalación, como un estudio medioambiental para analizar el beneficio ambiental que supone la instalación de este nuevo sistema.

El dimensionado de la instalación debe conseguir un equilibrio entre el ahorro energético y el coste económico. No sería coherente con el ahorro energético que se pretende obtener del aprovechamiento de la energía solar, que la inversión en la instalación para conseguirlo fuera desproporcionada con el ahorro de energía y, por tanto, no se amortizara en un periodo de tiempo razonable. Desafortunadamente, en el dimensionado también hay que tener en cuenta que la época de mayor producción de energía solar, durante el periodo estival, coincide con la de menor consumo, mientras que durante la época de menor producción de energía solar, en invierno, las necesidades de ACS son máximas.

Así pues, la instalación diseñada garantizará la producción de una parte de la demanda de ACS de las edificaciones de estudio. Sin embargo, pese a la utilización de energía solar es necesario disponer de un equipo de apoyo, que funcione con un combustible convencional, que garantice el suministro de ACS en los días de ausencia o de menor radiación solar.

Para ello se toman los datos de ocupación y consumo de agua caliente sanitaria en base al pasado año 2006 que han sido facilitados por el responsable técnico de las propias instalaciones y se les aplica un incremento del 5% en previsión de un posible aumento de la demanda de esta instalación en el Campus de Puerto Real.

2. EMPLAZAMIENTO

El presente Proyecto está enfocado al diseño concreto para las instalaciones deportivas del Campus de Puerto Real en el municipio de Puerto Real en la provincia de Cádiz, situado en la siguiente posición geográfica: 36º 31' N, 6º 11' O que en coordenadas UTM :

X = 225179.491

Y = 684112,492

El edificio está compuesto por dos plantas y varias pistas deportivas anexas. En la planta superior están situados los accesos a las gradas de la pista y de la piscina, y el servicio de cafetería con comedor, y en la inferior se ubican las siguientes instalaciones que dividiremos, para más comodidad, en dos fases, según el orden en que han sido construidas:

Fase I (pista polideportiva cubierta): seis vestuarios, con ocho duchas cada uno, tres vestuarios de monitores cada uno de ellos con una ducha, y otros tres vestuarios de minusválidos cada uno de ellos con una ducha.

Fase II (vestuarios de salas y de piscina cubierta): cuenta con dos vestuarios de monitores cada uno de ellos con una ducha, dos vestuarios femeninos uno con 10 y otro con 8 duchas, y dos vestuarios masculinos uno con 10 y otro con 8 duchas. Además en esta segunda fase en la planta baja están las oficinas, sala de calderas, acceso al ascensor y los sistemas actuales de calentamiento de agua sanitaria y calefacción.

El edificio se sitúa en un entorno natural privilegiado, en pleno contacto con el Parque Natural de la Bahía de Cádiz y en el centro geográfico de los municipios que constituyen la Mancomunidad de la Bahía de Cádiz; en sus alrededores mas próximos la vegetación es escasa de poca altura y sin elementos arquitectónicos que puedan proyectarle sombra a lo largo de las horas de sol.

3. ANTECEDENTES

3.1. La energía solar

La creciente subida de los precios del petróleo y la incesante preocupación por los recursos agotables del planeta, plantean cada vez más la necesidad del uso de fuentes de energía inagotables para hacer frente a las necesidades energéticas de una población mundial en claro crecimiento exponencial.

Las energías renovables aún no son tan usadas como deberían, bien por limitaciones técnicas o bien porque supone una inversión inicial que a corto plazo es subsanada económicamente a la vez que se consigue disminuir la emisión de gases invernadero a la atmósfera ya que esto supone un ahorro de combustibles fósiles que de lo contrario hubiesen sido necesarios para conseguir la misma potencia energética.

Además el uso incontrolado y masivo de hidrocarburos como recurso energético produce a corto plazo daños medioambientales irreversibles tales como lluvia ácida, smog, reducción del espesor de la capa de ozono, subida de la temperatura media ambiental,etc.

Es preciso también apuntar que el uso indiscriminado de estos recursos acabaría por agotar irremediablemente su existencia, por lo que es muy necesario encontrar nuevas formas de energía no contaminante, limpia e inagotable, o bien nuevos yacimientos de las perecederas. En estos dos caminos es donde están centrados los grupos de investigación relacionados con estos temas. Además por supuesto tratan de implantar, cada vez con más ahínco, sistemas renovables en usos cotidianos como es el uso que ahora nos ocupa.

De las posibles alternativas vamos a centrarnos en la obtenida directamente del sol.

El Sol es una estrella que presenta temperaturas de varios millones de grados que producen de forma espontánea e ininterrumpida un proceso de fusión nuclear, siendo éste el origen de la energía solar que se disipa con una potencia de $3{,}7 \cdot 10^{14}$ TW.

Pese a que el Sol lleva proporcionando energía durante 6.000 millones de años, aún existe suficiente cantidad de hidrógeno en su núcleo para mantener el ritmo actual de disipación energética durante otros 8.000 millones de años más. Ahora bien, no toda la energía que emite el Sol llega a la Tierra, aún así esa potencia es aproximadamente 10.000 veces mayor que las que proporcionan todas las formas de energía que los seres humanos emplean en la Tierra.

Al atravesar la radiación solar la atmósfera terrestre pierde intensidad, a la vez que se modifica su distribución espectral; esta disminución depende del espesor de la capa de aire, de la situación geográfica del lugar, de la época del año, etc. Todo ello hace que la energía que recibe la Tierra del Sol , o radiación global, tenga dos componentes bien definidas: la radiación directa , que es la que atraviesa la atmósfera sin sufrir cambio alguno y la radiación dispersa, debida a la dispersión por parte de los componentes de la atmósfera .

España, por su privilegiada situación y climatología, se ve particularmente favorecida respecto al resto de los países de Europa, ya que sobre cada metro cuadrado de su suelo inciden al año unos 1.500 KW h de energía, cifra similar a la de muchas regiones de América Central y del Sur. Esta energía puede aprovecharse directamente, o bien ser convertida en otras formas útiles como, por ejemplo, en electricidad.

Así pues, el primer paso para el aprovechamiento de la energía solar es su captación, aspecto dentro del que se pueden distinguir dos sistemas de características muy diferentes: sistemas pasivos y sistemas activos.

Los **sistemas pasivos** son aquellos que no necesitan ningún dispositivo para captar energía solar, existiendo una intima relación entre el Sol, el almacenamiento de calor y el espacio, relación que se logra por la aplicación de distintos elementos arquitectónicos. **Los sistemas activos** se basan en la captación de la radiación solar por medio de un elemento de unas determinadas características, denominado colector. Según las características del colector, el aprovechamiento de la energía solar se puede acometer bajo dos puntos de vista bien diferenciados: *la conversión térmica*, o aprovechamiento del calor contenido en la radiación solar, y la *conversión eléctrica*, o aprovechamiento de la energía luminosa de la radiación solar para generar directamente corriente eléctrica (efecto voltaico).

El aprovechamiento de la radiación solar para la producción de energía eléctrica es llamado energía solar fotovoltaica y para la producción de calor es la energía solar térmica; ambos procesos no tienen ninguna semejanza ni en su tecnología ni en su aplicación.

La energía solar fotovoltaica aprovecha el efecto fotoeléctrico la energía de los corpúsculos constituyentes de la luz (fotones) para producir electricidad. Una de las variantes del fenómeno fotoeléctrico es el efecto fotovoltaico; este tipo de energía tendrá interés en aquellos casos en que la demanda es reducida, pero difícil de atender por su localización en puntos distantes de la red de distribución.

La energía solar térmica es la que aprovecha la radiación infrarroja del sol para generar calor que se destina, principalmente, a la producción de agua caliente sanitaria, calefacción y calentamiento del agua en piscinas. En los procesos térmicos según sea el rango de temperaturas a alcanzar por calentamiento existen tres tipos de instalaciones: de baja, media y alta temperatura. Las instalaciones solares térmicas de baja temperatura van destinadas al calentamiento de agua por debajo de su punto de ebullición. La tecnología de media temperatura va destinada a aquellas aplicaciones que requieren temperaturas superiores a los 100º C y la tecnología de alta temperatura está dirigida a aquellas aplicaciones que requieren temperaturas superiores a los 300º C, fundamentalmente producción de energía eléctrica.

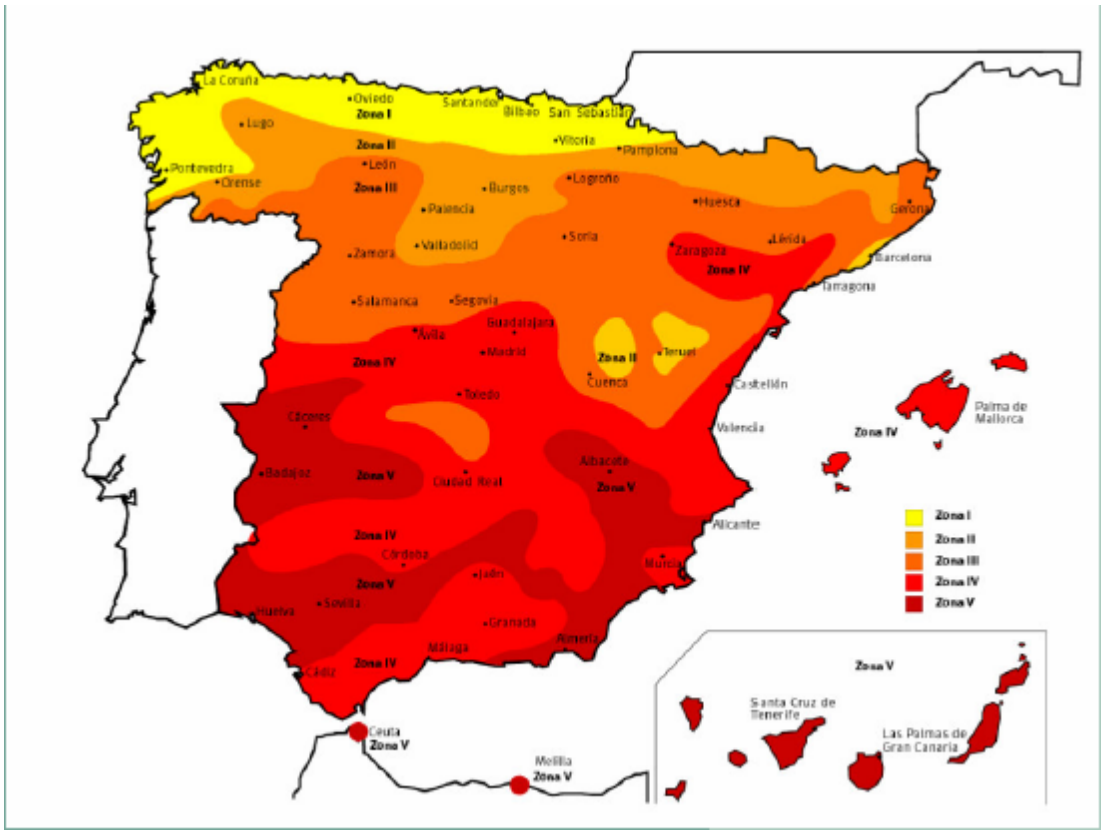
Al conjunto de elementos relacionados entre sí y diseñados para suministrar agua caliente a baja temperatura se le conoce como sistema solar activo a baja temperatura, dentro del cual hay que distinguir cuatro subsistemas:

- Subsistema colector: destinado a captar la energía solar. Lo constituye el conjunto de colectores, placas solares, captadores o paneles.
- Subsistema de almacenamiento o de acumulación: constituido por depósitos de dimensiones adecuadas, siendo su misión almacenar el agua caliente que viene de los paneles para su uso posterior.
- Subsistema de distribución: destinado a transportar el agua caliente desde el subsistema colector al de acumulación y desde aquí a los puntos de consumo. Está formado básicamente por redes de tuberías, válvulas, bombas y accesorios, que integran una instalación clásica de fontanería.

La aplicación de la energía solar térmica en calentamiento de agua caliente sanitaria presenta características peculiares entre las que se destacan:

- Elevada calidad energética.
- Pequeño o nulo impacto ecológico.
- Inagotable a escala humana.

Dado que el aprovechamiento de la energía solar para este fin se convierte en una posibilidad bastante atractiva, es por lo se ha realizado este proyecto de aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento del agua sanitaria en Las Instalaciones Deportivas del Campus de Puerto Real, situado en el municipio de Puerto Real (Cádiz).



3.2. Descripción de las instalaciones existentes.

Cuenta con los siguientes equipos:

2 CALDERAS

Marca	ECOFLAM
Modelo	ECOMAX 17 2F
Combustible	Propano
Potencia máxima	201.7/185 KW.
Potencia mínima	120 /110 KW.
Temperatura imp	95ºC
PMS	6 bar
Tension	230 VAC, 50 Hz, 760 W

2 QUEMADORES

Marca	ECOFLAM
Modelo	BLU 250PAB MC
Nº Llamas	2

INTERCAMBIADOR DE PLACAS ACS

Marca	SEDICAL
Modelo	UFD 33/22H
Potencia	135.1 KW.
Primario ºC	80/60
Secundario ºC	30/70

ACUMULADORES ACS

Marca	no se observa

DEPÓSITOS HIDRONEUMATICOS CALDERAS

Marca	REFLEX
Capacidad	50 Litros
Numero	2
Presión máxima	6 bar.
Carga de aire	1.5 bar.
Temperaturas	10 + 100ºC

VASO EXPANSION ACS

Marca	REFLEX
Capacidad	500 Litros
Presión máxima	6 bar.
Temperaturas	-10 + 70ºC

ELECTROBOMBAS CIRCUITO PRIMARIO DE CALDERAS

Numero	4
Marca	SEDICAL
Tipo	SDM 40/145.1
PN	10
Caudal	7.52 m3/h
Altura	5 m
Motor	OP-752 N13
Tensión	3f, 50 Hz ,400 v, cos φ 0.70
Potencia	200 W

ELECTROBOMBAS CIRCUITO PRIMARIO INTERCAMBIADOR PISCINA.

Numero	2
Marca	SEDICAL
Tipo	SDP 40/145.1
PN	10
Caudal	31 m3/h
Altura	14 m
Motor	OKN-8710 N13
Tensión	3f, 50 Hz , 2.8 A, 400 v, cos φ 0.75
Potencia	1100 W

ELECTROBOMBAS CIRCUITO PRIMARIO INTERCAMBIADOR DE ACS

Número	2
Marca	SEDICAL
Tipo	SDP 40/145.1
PN	10
Caudal	3.75 m3/h
Altura	13.5 m
Motor	OKN-8710 N13
Tensión	3f, 50 Hz ,2.8 A,400 v, cos φ 0.75
Potencia	1100 W

ELECTROBOMBAS CIRCUITO SECUNDARIO INTERCAMBIADOR DE ACS

Número	2
Marca	SEDICAL
Tipo	SDM 50/150.1
PN	10
Caudal	2.25 m3/h
Altura	4 m
Motor	OP-752F15
Tensión	3f, 50 Hz ,0.85 A,400 v, cos φ 0.85
Potencia	200 W

ELECTROBOMBAS CIRCUITO SECUNDARIO DUCHAS

Número	2
Marca	SEDICAL
Tipo	SDM 40/145.1
PN	10
Caudal	7.52 m3/h
Altura	7 m
Tensión	3f, 50 Hz ,0.85 A, 400 v, cos φ 0.70
Potencia	200 W

Además se observa la instalación de los siguientes dispositivos de seguridad, regulación y control:

- Válvulas de seguridad.
- Purgadores automáticos.
- Termostato de seguridad de calderas.
- Sondas de temperatura.
- Termómetros.
- Manómetros.

3.3. Datos de partida

Los datos en los que se basa el diseño de este proyecto han sido facilitados por el responsable del área de deportes de la Universidad de Cádiz y corresponden al pasado año 2006, se tratan de datos de ocupación y consumo de agua caliente sanitaria mensual de las instalaciones; como ya se explicó en un apartado anterior, los datos de ocupación del 2006 fueron incrementados en un 5%, en previsión de un aumento de demanda de esta instalación en el Campus de Puerto Real.

También han sido necesarios para el cálculo datos de temperaturas del agua de la red y temperaturas ambientales medias mensuales de la zona. Asimismo la Energía sobre superficie horizontal y las horas de sol útiles han sido tomadas de la bibliografía y del Instituto Nacional de Estadística.

Los datos que se refieren al captador se obtienen del manual técnico aportados por la empresa suministradora.

Datos de consumo de agua caliente mensual de las instalaciones del complejo deportivo universidad de Cádiz del año 2006.

Mes	Consumo(L) 2006	Consumo(L) diseño
Enero	58769,85	61863
Febrero	76100,7	80106
Marzo	122360	128800
Abril	139109,45	146431
Mayo	82251,95	86581
Junio	40981,1	43138
Julio	60889,3	64094
Agosto	60889,3	64094
Septiembre	34134,45	35931
Octubre	197296,95	207681
Noviembre	180090,55	189569
Diciembre	90357,35	95113

Datos de temperaturas del agua de la red y temperaturas ambientales medias mensuales de la zona (según norma UNE 94002 y CENSOLAR respectivamente) y de horas de sol útiles media mensual de la zona según INE 2004.

Mes	Temperatura agua red(ºC)	Temperatura ambiente(ºC)	Horas de sol útiles(h)
Enero	12	13	174
Febrero	12	15	190
Marzo	13	17	217
Abril	14	19	285
Mayo	16	21	272
Junio	18	24	342
Julio	19	27	354
Agosto	20	27	331
Septiembre	19	25	263
Octubre	17	22	214
Noviembre	14	18	202
Diciembre	12	15	201

Factor de corrección K para superficies inclinadas. Representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal. (Fuente: CENSOLAR).

LATITUD = 36°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1,07	1,05	1,04	1,02	1,01	1,01	1,01	1,03	1,05	1,07	1,08	1,08
10	1,13	1,1	1,07	1,04	1,02	1,01	1,02	1,05	1,08	1,13	1,15	1,15
15	1,18	1,14	1,1	1,05	1,02	1,01	1,02	1,06	1,12	1,18	1,22	1,21
20	1,22	1,18	1,12	1,06	1,01	0,99	1,01	1,06	1,14	1,22	1,28	1,27
25	1,26	1,2	1,13	1,05	1	0,98	1	1,06	1,16	1,26	1,33	1,32
30	1,29	1,22	1,13	1,04	0,98	0,95	0,98	1,05	1,16	1,29	1,37	1,36
35	1,32	1,23	1,13	1,02	0,95	0,92	0,95	1,03	1,16	1,31	1,4	1,39
40	1,33	1,24	1,12	1	0,91	0,88	0,91	1,01	1,16	1,32	1,43	1,41
45	1,34	1,23	1,1	0,97	0,87	0,84	0,87	0,98	1,14	1,32	1,44	1,43
50	1,34	1,22	1,08	0,93	0,82	0,78	0,82	0,94	1,12	1,31	1,45	1,44
55	1,33	1,2	1,05	0,89	0,77	0,73	0,77	0,9	1,08	1,3	1,44	1,43
60	1,31	1,17	1,01	0,84	0,71	0,67	0,71	0,84	1,05	1,27	1,43	1,42
65	1,29	1,14	0,96	0,78	0,65	0,6	0,65	0,79	1	1,24	1,41	1,4
70	1,25	1,1	0,91	0,72	0,59	0,53	0,58	0,73	0,95	1,2	1,37	1,37
75	1,21	1,05	0,85	0,66	0,52	0,46	0,51	0,66	0,89	1,15	1,33	1,33
80	1,16	1	0,79	0,59	0,44	0,39	0,44	0,59	0,82	1,09	1,28	1,29
85	1,11	0,94	0,73	0,52	0,37	0,31	0,36	0,51	0,75	1,03	1,23	1,23
90	1,05	0,87	0,65	0,44	0,29	0,23	0,28	0,44	0,68	0,96	1,16	1,17

Energía en Mega Julios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes.

Energía en megajulios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes. (Fuente: CENSOLAR).

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	ÁLAVA	4,6	6,9	11,2	13	14,8	16,6	18,1	17,3	14,3	9,5	5,5	4,1	11,3
2	ALBACETE	6,7	10,5	15	19,2	21,2	25,1	26,7	23,2	18,8	12,4	8,4	6,4	16,1
3	ALICANTE	8,5	12	16,3	18,9	23,1	24,8	25,8	22,5	18,3	13,6	9,8	7,6	16,8
4	ALMERÍA	8,9	12,2	16,4	19,6	23,1	24,6	25,3	22,5	18,5	13,9	10	8	16,9
5	ASTURIAS	5,3	7,7	10,6	12,2	15	15,2	16,8	14,8	12,4	9,8	5,9	4,6	10,9
6	ÁVILA	6	9,1	13,5	17,7	19,4	22,3	26,3	25,3	18,8	11,2	6,9	5,2	15,1
7	BADAJOZ	6,5	10	13,6	18,7	21,8	24,6	25,9	23,8	17,9	12,3	8,2	6,2	15,8
8	BALEARES	7,2	10,7	14,4	16,2	21	22,7	24,2	20,6	16,4	12,1	8,5	6,5	15
9	BARCELONA	6,5	9,5	12,9	16,1	18,6	20,3	21,6	18,1	14,6	10,8	7,2	5,8	13,5
10	BURGOS	5,1	7,9	12,4	16	18,7	21,5	23	20,7	16,7	10,1	6,5	4,5	13,6
11	CÁCERES	6,8	10	14,7	19,6	22,1	25,1	28,1	25,4	19,7	12,7	8,9	6,6	16,6
12	CÁDIZ	8,1	11,5	15,7	18,5	22,2	23,8	25,9	23	18,1	14,2	10	7,4	16,5
13	CANTABRIA	5	7,4	11	13	16,1	17	18,4	15,5	13	9,5	5,8	4,5	11,3
14	CASTELLÓN	8	12,2	15,5	17,4	20,6	21,4	23,9	19,5	16,6	13,1	8,6	7,3	15,3
15	CEUTA	8,9	13,1	18,6	21	24,3	26,7	26,8	24,3	19,1	14,2	11	8,6	18,1
16	CIUDAD REAL	7	10,1	15	18,7	21,4	23,7	25,3	23,2	18,8	12,5	8,7	6,5	15,9
17	CÓRDOBA	7,2	10,1	15,1	18,5	21,8	25,9	28,5	25,1	19,9	12,6	8,6	6,9	16,7
18	LA CORUÑA	5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1	11,5
19	CUENCA	5,9	8,8	12,9	17,4	18,7	22	25,6	22,3	17,5	11,2	7,2	5,5	14,6
20	GERONA	7,1	10,5	14,2	15,9	18,7	19	22,3	18,5	14,9	11,7	7,8	6,6	13,9
21	GRANADA	7,8	10,8	15,2	18,5	21,9	24,8	26,7	23,6	18,8	12,9	9,6	7,1	16,5
22	GUADALAJARA	6,5	9,2	14	17,9	19,4	22,7	25	23,2	17,8	11,7	7,8	5,6	15,1
23	GUIPÚZCOA	5,5	7,7	11,3	11,7	14,6	16,2	16,1	13,6	12,7	10,3	6,2	5	10,9
24	HUELVA	7,6	11,3	16	19,5	24,1	25,6	28,7	25,6	21,2	14,5	9,2	7,5	17,6
25	HUESCA	6,1	9,6	14,3	18,7	20,3	22,1	23,1	20,9	16,9	11,3	7,2	5,1	14,6
26	JAÉN	6,7	10,1	14,4	18	20,3	24,4	26,7	24,1	19,2	11,9	8,1	6,5	15,9
27	LEÓN	5,8	8,7	13,8	17,2	19,5	22,1	24,2	20,9	17,2	10,4	7	4,8	14,3
28	LÉRIDA	6	9,9	18	18,8	20,9	22,6	23,8	21,3	16,8	12,1	7,2	4,8	15,2
29	LUGO	5,1	7,6	11,7	15,2	17,1	19,5	20,2	18,4	15	9,9	6,2	4,5	12,5
30	MADRID	6,7	10,6	13,6	18,8	20,9	23,5	26	23,1	16,9	11,4	7,5	5,9	15,4
31	MÁLAGA	8,3	12	15,5	18,5	23,2	24,5	26,5	23,2	19	13,6	9,3	8	16,8
32	MELILLA	9,4	12,6	17,2	20,3	23	24,8	24,8	22,6	18,3	14,2	10,9	8,7	17,2
33	MURCIA	10,1	14,8	16,6	20,4	24,2	25,6	27,7	23,5	18,6	13,9	9,8	8,1	17,8
34	NAVARRA	5	7,4	12,3	14,5	17,1	18,9	20,5	18,2	16,2	10,2	6	4,5	12,6
35	ORENSE	4,7	7,3	11,3	14	16,2	17,6	18,3	16,6	14,3	9,4	5,6	4,3	11,6
36	PALENCIA	5,3	9	13,2	17,5	19,7	21,8	24,1	21,6	17,1	10,9	6,6	4,6	14,3
37	LAS PALMAS	11,2	14,2	17,8	19,6	21,7	22,5	24,3	21,9	19,8	15,1	12,3	10,7	17,6
38	PONTEVEDRA	5,5	8,2	13	15,7	17,5	20,4	22	18,9	15,1	11,3	6,8	5,5	13,3
39	LA RIOJA	5,6	8,8	13,7	16,6	19,2	21,4	23,3	20,8	16,2	10,7	6,8	4,8	14
40	SALAMANCA	6,1	9,5	13,5	17,1	19,7	22,8	24,6	22,6	17,5	11,3	7,4	5,2	14,8
41	STA. C. DE TENERIFE	10,7	13,3	18,1	21,5	25,7	26,5	29,3	26,6	21,2	16,2	10,8	9,3	19,1
42	SEGOVIA	5,7	8,8	13,4	18,4	20,4	22,6	25,7	24,9	18,8	11,4	6,8	5,1	15,2
43	SEVILLA	7,3	10,9	14,4	19,2	22,4	24,3	24,9	23	17,9	12,3	8,8	6,9	16
44	SORIA	5,9	8,7	12,8	17,1	19,7	21,8	24,1	22,3	17,5	11,1	7,6	5,6	14,5
45	TARRAGONA	7,3	10,7	14,9	17,6	20,2	22,5	23,8	20,5	16,4	12,3	8,8	6,3	15,1
46	TERUEL	6,1	8,8	12,9	16,7	18,4	20,6	21,8	20,7	16,9	11	7,1	5,3	13,9
47	TOLEDO	6,2	9,5	14	19,3	21	24,4	27,2	24,5	18,1	11,9	7,6	5,6	15,8
48	VALENCIA	7,6	10,6	14,9	18,1	20,6	22,8	23,8	20,7	16,7	12	8,7	6,6	15,3
49	VALLADOLID	5,5	8,8	13,9	17,2	19,9	22,6	25,1	23	18,3	11,2	6,9	4,2	14,7
50	VIZCAYA	5	7,1	10,8	12,7	15,5	16,7	17,9	15,7	13,1	9,3	6	4,6	11,2
51	ZAMORA	5,4	8,9	13,2	17,3	22,2	21,6	23,5	22	17,2	11,1	6,7	4,6	14,5
52	ZARAGOZA	6,3	9,8	15,2	18,3	21,8	24,2	25,1	23,4	18,3	12,1	7,4	5,7	15,6

4. NORMAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Real Decreto 171/1998 de 31 de Julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias y se crea la comisión asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.

Código Técnico de la Edificación, aprobado en Marzo de 2006,concretamente su división IV ,DB-HE, Documento Básico para el ahorro de energía para Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria.

NBE-CT-79, en concreto su Anexo 2 para el calculo del coeficiente de conductividad de los cerramientos de la piscina.

Norma UNE 100030:2005 -Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones.

Norma UNE 94002: 2005 -Instalaciones Solares Térmicas para producción de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de energía térmica.

ORDEN de 11 de abril de 2007, por la que se establecen las bases reguladoras de un programa de incentivos para el desarrollo energético sostenible de Andalucía y se efectúa su convocatoria para el año 2007.

Texto refundido de las especificaciones técnicas de diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente y las modificaciones de aplicación en el programa Prosol.

ENERGÍAS RENOVABLES. Era Solar. Medio Ambiente y Ahorro Energético. Francisco Jarabo Friedrich, Nicolás Elortegui Escartín. Segunda edición 2000.

ENERGÍAS RENOVABLES. Mario Ortega Rodríguez. Editorial Paraninfo 2000.

ENERGÍA SOLAR. Pedro Portillo (Catedrático de Dibujo Industrial y Oficina Técnica de la Escuela Universitaria Politécnica de la Universidad de Málaga). Ediciones Pirámide, S.A., 1985.

TODO SOBRE LA LEGIONELLA I Y II. Recopilación de artículos aparecidos en la revista El Instalador desde el año 1994 hasta la fecha.

5. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

5.1. Principios básicos de la Instalación.

Si bien se puede diseñar la instalación con una gran variedad de opciones lo cierto es que en la actualidad, prácticamente la totalidad de ellos consisten en la combinación de un colector de placa plana junto a un acumulador, bien formando un conjunto o bien independientemente.

Es importante tener presente que uno de nuestros objetivos es conseguir el máximo ahorro de energía convencional y, por lo tanto, de dinero. Y esto no es a veces compatible con determinados diseños de sistemas en los que se hace trabajar indebidamente al sistema, causando así un pobre rendimiento a la inversión realizada.

Evidentemente lo primero que debemos hacer es proveer al sistema del número suficiente de colectores para poder captar la energía necesaria, asimismo debemos elegir a la inclinación idónea para aprovechar la máxima cantidad de energía solar disponible en cada mes. A la vez que será preciso regular la captación de dicha energía para que realmente se convierta en energía útil. Será pues necesario medir y comparar permanentemente los niveles de temperatura en los colectores y en el almacenamiento, así como disponer de los mecanismos automáticos necesarios para que en el circuito primario se establezca o no la circulación del fluido, en función de si se produce o no un incremento de la energía útil acumulada. Es por ello que se hace imprescindible hablar del concepto de regulación diferencial.

También se debe prestar atención a consumir prioritariamente la energía solar, así, el sistema de almacenamiento deberá trabajar de modo que favorezca el uso prioritario de la energía solar frente a la auxiliar y nunca al revés.

En todo caso hay que asegurar la correcta conjunción entre energía solar y convencional, es decir precalentar toda el agua que posteriormente sea consumida, y alcanzar la temperatura de uso con la mínima cantidad de energía auxiliar. Así como la conveniencia de evitar mezclar la energía solar con la auxiliar.

5.2 Subconjunto captador.

Para captar la energía radiante procedente del sol es necesario disponer de un elemento que pueda recibirla y transferirla a un fluido que esté en contacto directo con el dispositivo captador. Esta función de captación y transferencia de calor está encomendada a los paneles solares, que generalmente están compuestos por los siguientes elementos:

- Una superficie captadora de la radiación solar.
- Un circuito por donde circula el fluido capaz de transferir el calor captado por la superficie colectora.
- Una cubierta transparente.
- Un aislante térmico para reducir al mínimo las pérdidas de calor.
- Una caja protectora capaz de acoplar el conjunto al resto de la instalación.

La *placa captadora* o superficie absorbente, es el elemento principal de un panel solar, ya que su misión es recoger la radiación solar y transmitir el calor que ésta transporta. Está construida normalmente por un material metálico de color negro. Expuesta al sol, se calentará, elevándose su temperatura hasta que exista un equilibrio entre la energía captada y la cedida por conducción, convección y radiación.

La orientación de la placa colectora ha de ser siempre hacia el sur solar en nuestro hemisferio, con una inclinación respecto a la horizontal que dependerá fundamentalmente de la latitud del lugar y de la estación del año en la que van a ser utilizados preferentemente. Esto permite captar los rayos solares de forma perpendicular, lo que aumenta notablemente el rendimiento del colector.

Los objetivos que debe cubrir la placa captadora se pueden resumir en dos puntos:

- Absorber la máxima radiación solar y convertirla en energía térmica con el mayor rendimiento posible.
- Transferir la mayor cantidad de calor posible al fluido portador.

5.2.1 Captador ideal (placa plana).

Un cuerpo expuesto al sol recibe un flujo energético, E, bajo cuyo efecto se calienta, a su vez se producen pérdidas térmicas, E_p, por radiación, convección y conducción del mismo a su alrededor, las cuales hacen que, en esta situación, llegue un momento en que las pérdidas térmicas igualan a la energía producida por el flujo energético incidente, alcanzándose entonces la llamada temperatura de equilibrio t^o_e. O lo q es igual:

$$E = E_p$$

Si ahora de este sistema extraemos de alguna forma una parte de calor producido para aprovecharlo como energía utilizable, E_u, llegaremos a un equilibrio donde:

$$E = E_p + E_u$$

De modo que E_p es ahora menor de lo que era anteriormente, ya que no toda la energía incidente se pierde, sino que una parte es aprovechada, se dice entonces que el cuerpo se ha convertido en un colector de energía solar térmica.

Si ahora deseamos que aumente E_u tenemos dos opciones, o bien aumentar la energía incidente o bien reducir las pérdidas térmicas. La primera opción implica mejorar el diseño y construcción del colector a fin de reducir las pérdidas. En el segundo caso consistirá en modificar el sistema de modo que la energía incidente se concentre sobre una superficie más pequeña para que al disminuir el área, la intensidad aumente. Esto es lo que hacen los colectores de concentración.

Otro factor importante es que cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre la temperatura de utilización y la temperatura ambiente, mayores serán también las pérdidas térmicas y por lo tanto menor la cantidad de energía útil que podremos aprovechar. Esto significa que el rendimiento disminuye a medida que la temperatura de utilización aumenta. Por ello es importante hacer trabajar a los colectores a la temperatura más baja posible, siempre que sea compatible con la temperatura mínima necesaria para su utilización.

Se debe analizar el proceso que se lleva a cabo al incidir en el colector la radiación electromagnética; debemos recordar antes que al incidir sobre un cuerpo ésta puede ser total o parcialmente absorbida, otra parte podrá ser reflejada y una última atravesar el cuerpo. La energía que contiene la radiación que es absorbida hace que el cuerpo se caliente y emita a su vez radiación, con una longitud de onda que dependerá de la temperatura de éste.

La mayor parte de la radiación solar está comprendida entre 0,3 y 2,4 μm, por lo que al ser el vidrio transparente, deja pasar a través de él la radiación electromagnética, entre 0,3 y 3 μm, y así, la luz atravesará el vidrio sin mayor problema. Si bien una pequeña parte se reflejará en su superficie y otra será absorbida en su interior, dependiendo del espesor del mismo.

Después de atravesar el vidrio, la radiación llega a la superficie del absorbedor, el cual se calienta y emite a su vez radiación con una longitud de onda comprendida más o menos entre 4,5 y 7,2 μm, para la cual el vidrio es opaco.

Es decir la radiación emitida por el absorbedor será reflejada en un pequeño porcentaje por la superficie interior del vidrio, y el resto será absorbida por él, con lo que éste aumentara de temperatura y comenzará a emitir radiación, la cual se repartirá aproximadamente a partes iguales hacia el exterior y el interior del colector, contribuyendo así a un aumento de la temperatura en la superficie del colector, este fenómeno se le conoce con el nombre de efecto invernadero.

No hay que desdeñar el hecho de que la cubierta transparente además de producir el citado efecto invernadero, disminuye la transferencia de calor por convección entre el absorbedor y el ambiente exterior, reduciendo esas pérdidas considerablemente.

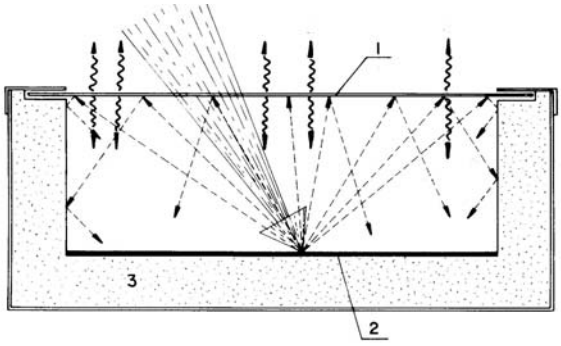


Fig.- Ilustración del efecto invernadero en el seno del colector así como sus elementos:

1.- cubierta transparente, 2.- absorbedor, 3.- aislamiento y carcasa.

Esto hace que si consideramos el colector expuesto al sol sin ninguna circulación de fluido en su interior, la temperatura del absorbedor se elevará progresivamente y también las pérdidas por conducción, convección y de radiación, por crecer éstas con la temperatura. De tal modo, se llega, como ya dijimos, a alcanzar entonces la temperatura de equilibrio estático.

Si ahora permitimos circular el fluido caloportador por el interior del colector, entrando por un orificio y saliendo por otro, dicho fluido al tomar contacto con la parte interior del absorbedor, va aumentando su propia temperatura, a expensas de la energía acumulada en el absorbedor. Si se mantiene una circulación del fluido bajo condiciones estacionarias, llegará un momento en que se volverá a alcanzar una nueva temperatura de equilibrio, llamada temperatura de equilibrio dinámica, siendo ésta evidentemente más baja que la temperatura de equilibrio estática.

Esta temperatura que alcanza el fluido es siempre menor que la del absorbedor, debido a las características físicas del proceso de conducción de calor. Además la temperatura no es igual en todos los puntos del fluido, por lo que el utilizaremos una temperatura media, la cual definiremos por la semisuma de las temperaturas del fluido caloportador a la entrada y a la salida:

$$t_m^{\,o} = (t_e^{\,o} + t_s^{\,o}) / 2$$

Cuando el colector está funcionando deberá cumplirse que la temperatura de salida es mayor que la de entrada, de lo contrario ocurriría que el absorbedor estaría perdiendo calor hacia el exterior a expensas del fluido caloportador.

La máxima temperatura que un colector instalado puede alcanzar es la temperatura de equilibrio estática, la cual conviene conocer, ya que cuando la instalación solar éste parada esta temperatura será alcanzada, y además porque la temperatura máxima teórica de utilización siempre será inferior a la temperatura de equilibrio estático.

Una vez visto el funcionamiento del colector vamos a analizar el balance energético que se produce en el mismo durante su funcionamiento.

Para realizar este estudio consideraremos un colector inmóvil, recibiendo la radiación solar uniformemente repartida y de forma constante, y por cuyo interior circula el fluido caloportador con un caudal determinado, entrando por un orificio a una temperatura y saliendo por otro otra temperatura superior a la de entrada, como consecuencia de haber absorbido algo de calor a su paso por los conductos del absorbedor.

Así pues, el balance energético del colector será:

$$Q_T = Q_U + Q_P$$

Donde:

Q_T es la energía incidente total, es decir directa más difusa más albedo.
Q_U es la energía útil, es decir la recogida por el fluido caloportador.
Q_P es la energía perdida por disipación al exterior.

El valor de la energía incidente total, Q_T, será igual a la intensidad de radiación por la superficie de exposición, pero en caso de existir cubierta hay que contar con la transmitancia de la misma, τ, que dejará pasar solamente una parte de dicha energía, y por otro lado con el coeficiente de absorción, α, de la placa absorbedora, es decir:

$$Q_T = I \cdot S \cdot \tau \cdot \alpha$$

Donde:

I = radiación incidente total sobre colector por unidad de superficie (W/m^2).
S = la superficie del colector (m^2).
τ = la transmitancia de la cubierta transparente.
α = la absortancia de la placa absorbedora.

El cálculo de la energía perdida por disipación al exterior es más complejo debido a que se producen simultáneamente los fenómenos de conducción, convección, y radiación. Para simplificar este hecho se recurre a englobar todas estas influencias en el llamado coeficiente global de pérdidas, U, el cual se mide experimentalmente y su valor es dado por el fabricante.

De todos modos es una buena aproximación valorar las pérdidas por unidad de superficie, proporcionales a la diferencia entre la temperatura media de la placa absorbedora y la del ambiente.

$$Q_P = S \cdot U \cdot (t_c^{\,o} - t_a^{\,o})$$

Donde:

S es la superficie del colector (m^2).
U es el *coeficiente global de pérdidas* ($W/m^2°C$).
$t_c^{\,o}$ es la temperatura media de la placa absorbedora (°C).
$t_a^{\,o}$ es la temperatura ambiente (°C).

Por lo que la ecuación inicial del balance energético queda de la siguiente forma:

$$Q_U = S \cdot [I \cdot (\tau \cdot \alpha) - U \cdot (t_c^{\,o} - t_a^{\,o})]$$

Se da el hecho de que la temperatura media de la placa absorbedora no puede calcularse de una forma sencilla, tendríamos que medirla directamente mediante una serie de sensores colocados sobre ella. Por el contrario, sí se puede conocer con suficiente exactitud la temperatura media del fluido, una forma muy sencilla es hallar la media de las temperaturas de dicho fluido a la entrada y a la salida del colector, como hemos expuesto ya anteriormente.

Si la placa absorbedora y los tubos por los que circula el fluido caloportador tuviesen un coeficiente de conductividad térmica infinito, entonces las temperaturas de fluido y placa serían iguales, pero esto en realidad nunca ocurre puesto que no todo el calor absorbido en la superficie absorbedora pasa al fluido para transformarse en energía térmica útil. Por lo que si queremos sustituir la temperatura de la placa absorbedora por la del fluido deberemos de introducir un factor de corrección, llamado *factor de eficacia* o coeficiente transporte de calor, F_R, que siempre será menor que la unidad.

Este factor es prácticamente independiente de la intensidad de la radiación incidente, pero es función del caudal del fluido y de las características de placa (material, espesor, distancia entre tubos, etc.)

$$Q_U = F_R \cdot S \cdot [I \cdot (\tau \cdot \alpha) - U \cdot (t_m^{\,o} - t_a^{\,o})]$$

O si aplicamos la ecuación de Bliss: $U_L = F_R \cdot U$

$$Q_U = S \cdot [F_R \cdot I \cdot (\tau \cdot \alpha) - U_L \cdot (t_m^{o} - t_a^{o})]$$

De aquí podemos deducir el valor de rendimiento de nuestro colector sin más que calcular:

$$\eta = Q_U / S \cdot I$$

$$\eta = F_R \cdot (\tau \cdot \alpha) - U_L \cdot [(t_m^{o} - t_a^{o}) / I]$$

Podemos considerar en la práctica $(\tau \cdot \alpha)$ y U_L como constantes y por lo tanto expresar el rendimiento como una recta en función de $(t_m^{o} - t_a^{o}) / I$.

Normalmente la curva de rendimiento viene dada por el fabricante según la expresión:

$$\eta = b - m \cdot [(t_m^{o} - t_a^{o}) / I]$$

Donde b y m son dos parámetros que nos indican el valor del rendimiento cuando t_m^{o} es igual a t_a^{o}, y la pendiente de la curva de rendimiento.

Además se debe suministrar una gráfica de la curva del rendimiento en función de $[(t_m^{o} - t_a^{o})/I]$ como es el caso siguiente, en el que se comparan las curvas de distintos tipos de colectores.

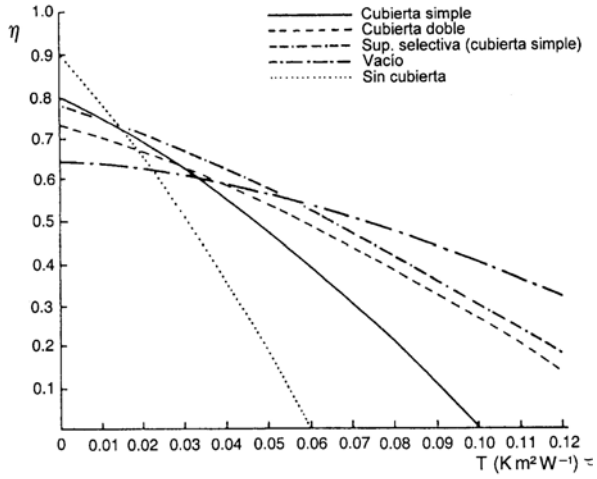


Fig.- Curvas de rendimiento de distintos tipos de colectores

Una vez expuesto el funcionamiento de los colectores individualmente vamos a indicar el acoplamiento entre ellos y por consiguiente la formación del campo de colectores.

5.2.2 Conexión de los captadores.

El acoplamiento *en serie* de los colectores tiene como consecuencia un aumento de la temperatura del agua, a costa de disminuir el rendimiento de la instalación, debido a que al ir pasando el fluido de un colector a otro la temperatura de entrada en cada uno va aumentando y por lo tanto disminuyendo la eficacia global de sistema como se puede apreciar en la fórmula de rendimiento.

Esta es la razón por la que no suele usarse esta solución, tan sólo en algunas aplicaciones en las que es necesaria una temperatura superior a la de los 50°C. En todo caso no es recomendable colocar en serie más de tres colectores o tres filas de colectores.

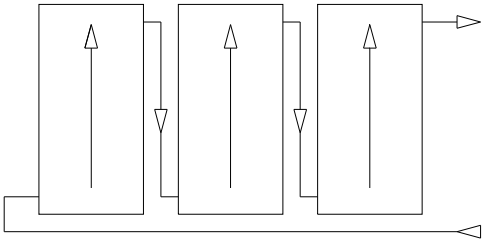


Fig.- Conexión en serie

Lo más habitual es disponer los colectores acoplados *en paralelo*, o en caso de disponerse en varias filas colocarse éstas también en paralelo, de cualquier forma, éstas deberán tener el mismo número de unidades y estar colocadas paralelas, horizontales y bien alineadas entre sí.

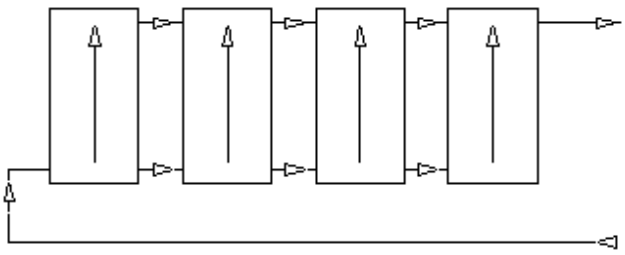


Fig.- Conexión en paralelo

El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

La colocación del campo de colectores debe asegurar que el recorrido hidráulico sea el mismo para todos los colectores, de no ser así, los saltos térmicos de los colectores serían diferentes de unos a otros, reduciendo el rendimiento global de la instalación. A fin de garantizar el equilibrio hidráulico es necesario disponer las conexiones de los colectores entre sí de forma que se realice el llamado retorno invertido.

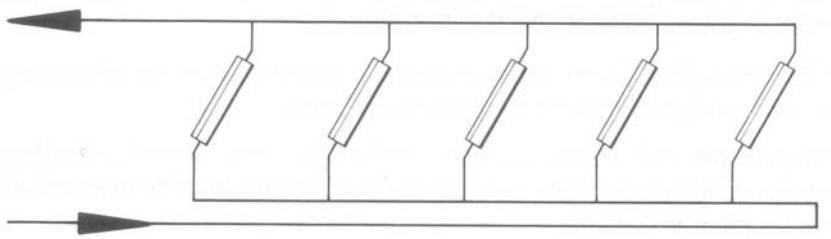


Fig.- Esquema de conexionado conocido como retorno invertido

El caudal de los colectores no debe de bajar de los 0,8 L por metro cuadrado y por minuto, así se asegura un coeficiente de transmisión de calor adecuado entre el absorbedor y el fluido, un valor óptimo situaría al caudal alrededor de 1 L por metro cuadrado y minuto.

La longitud del circuito debe ser la más reducida posible para paliar las posibles pérdidas hidráulicas y de calor en el mismo, además de intentar disminuir las pérdidas de calor e hidráulicas en todos los accesorios añadidos al circuito. Y no hay que olvidar que el diseño debe permitir montar y desmontar los colectores.

5.2.3 Orientación e inclinación de los captadores.

Ante la problemática de dónde y cómo instalar el campo de captadores es muy importante que primen, sobre todo, los siguientes factores: máxima insolación (para conseguir el mayor rendimiento posible), seguridad de montaje y sujeción (asegurar la fijación de los captadores en la instalación y evitar su desprendimiento ante acciones externas), y cercanía al depósito de acumulación, para evitar pérdidas innecesarias.

Se considera la dirección Sur como orientación óptima y la mejor inclinación, βóptima, dependiendo del período de utilización, uno de los valores siguientes:

– Consumo constante anual: la latitud geográfica
– Consumo preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°
– Consumo preferente en verano: la latitud geográfica - 10°

Ya que nuestro emplazamiento es a una latitud aproximada de 36º, y el uso de la instalación es preferencial en invierno, la βóptima es de 45º, con esa inclinación colocaremos los captadores.

Se debe evaluar la disminución de prestaciones que se origina al modificar la orientación e inclinación de la superficie de captación; este estudio no se llevará a cabo explícitamente en el presente proyecto ya que los especialistas en la materia, han demostrado que la disminución de las prestaciones es mínima.

5.2.4 Evaluación de las pérdidas.

Se trate del tipo de instalación del que se trate, en todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores obtenidos con orientación e inclinación óptimas y sin sombra alguna.

Tabla 2.4 Pérdidas límite

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Se deben evaluar las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación:

- Pérdidas por orientación e inclinación.

El objeto de este apartado es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles. Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

a) ángulo de inclinación, β, definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 para módulos horizontales y 90º para verticales;

b) ángulo de acimut, α, definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Valores típicos son 0º para módulos orientados al sur, -90º para módulos orientados al este y +90º para módulos orientados al oeste.

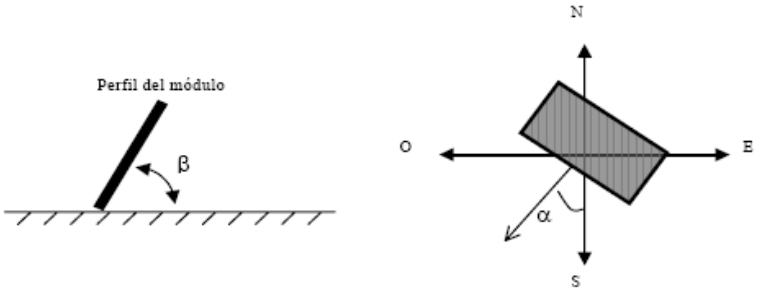


Figura 3.2 Orientación e inclinación de los módulos

Tras realizar los cálculos oportunos, obtenemos un porcentaje debido a pérdidas por orientación e inclinación del 0-5%.(*ver apartado 4. Cálculo de pérdidas por orientación e inclinación en Anexos.*)

- Pérdidas por sombras de la superficie de captación.

Se trata de las pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debidas a sombras circundantes. Se expresan como porcentaje de la radiación solar global que incidiría sobre la mencionada superficie, de no existir sombra alguna.

5.2.5 Dimensionamiento de la superficie de captación.

Según consta en el Documento Básico HE Ahorro de Energía, al encontrarse la instalación en la zona climática IV y ser la demanda total de ACS del edificio de unos 270 L/día, la cobertura solar mínima ha de ser del 60 % de la que se requiera, el mismo porcentaje que para piscinas cubiertas en esa misma zona climática.

Tabla 2.1. Contribución solar mínima en %. Caso general

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Tabla 2.3. Contribución solar mínima en %. Caso Climatización de piscinas

	Zona climática I	II	III	IV	V
Piscinas cubiertas	30	30	50	60	70

Todo el proceso de cálculo de superficie necesaria de captadores solares viene reflejado en el *apartado 1: Cálculo del área de colectores de la Memoria de Cálculo*, en el cual se tiene en cuenta las condiciones climáticas y la orientación e inclinación de los captadores.

El área de un captador es de 2,3 m^2, como se puede ver en las características técnicas del tipo de colector seleccionado y que se incluyen en el *apartado de Anexo, punto 1 Ficha Técnica del Colector,* y serán necesarios 92,6 captadores en total para conseguir la energía necesaria. Los metros totales de captador serán, por tanto, de 212,99 m^2.

Según los cálculos eran necesarios 92,6 captadores pero esto desequilibraría hidráulicamente el campo de colectores por ello se eliminan los necesarios. No se añaden colectores para evitar un sobredimensionamiento del campo de colectores. ***Debemos colocar 90 colectores.***

5.2.6 Ubicación de los captadores.

No está prevista la construcción de otro edificio en la zona de mayor altura en los alrededores del mismo; ésta 2ª Fase Pabellón Polideportivo cubierto tiene una Superficie edificada de 817,19 m^2, de los cuales 444 m^2 pertenecen a una azotea transitable. En dicha azotea está prevista la colocación de los soportes para realizar los anclajes para los captadores de placa plana que serán utilizados en el sistema solar para el edificio.

Como ya se comentó anteriormente se dispondrán de 5 filas compuestas cada fila de 3 baterías, de 18 captadores. En dichas baterías los captadores se unen en paralelo y las baterías están en serie.

En nuestra instalación se opta por mantener una distancia de 3 m de separación entre las filas. Distancia que es mayor a la calculada en *el apartado 2: Distancia entre filas de colectores de la Memoria de cálculo.*

La separación entre baterías debe ser lo más pequeña posible para que las pérdidas de energía sean lo menores posible. Se escoge la distancia de 0.5 m por ser la mínima distancia a la que se pueden colocar las baterías para que el operario las pueda conectar hidráulicamente.

5.2.7 Soportes.

Su función simple, a la vez de vital importancia, es la sujetar los colectores con la inclinación y orientación calculada en el proyecto. Las características de una buena estructura soporte son las de rapidez de montaje, bajo coste y seguridad en el anclaje y sujeción.

El diseño y construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permitirá las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o el circuito hidráulico.

El tipo de anclaje dependerá de la ubicación de los colectores según estén en cubierta o terraza, y dependiendo de las fuerzas que actúen sobre él como consecuencia de la presión del viento a la que se ve sometido. Especialmente debemos de tener cuidado a los esfuerzos que se producen sobre los anclajes y originado por los vientos que vienen del Norte, debido a que nuestro campo de colectores se halla orientado hacia el Sur.

Junto con la estructura soporte en sí se debe de haber realizado previamente la construcción de los muretes sobre los que se va a apoyar la estructura metálica. Estos deben de ser de hormigón armado con varillas metálicas. Además deben ser los suficientes para que tengan el área de apoyo y posición relativa adecuada de forma que no se produzcan flexiones del captador superior a las permitidas por el fabricante.

También es importante dotar a la estructura de una protección contra la corrosión, en el caso generalizado en que ésta sea de hierro. Las estructuras de acero podrán protegerse mediante galvanizado por inmersión, pinturas orgánicas de zinc o tratamientos anticorrosivos equivalentes. Igualmente los materiales de sujeción de los colectores a la estructura deben de ser protegidos de la corrosión o ser de acero inoxidable.

5.2.8 Solución a sobrecalentamiento.

Este apartado describe y resuelve la problemática que presentan este tipo de instalaciones durante el periodo estival. Durante esta época del año, mientras el aprovechamiento de la energía solar incidente es máximo, el consumo de ACS es mínimo. No sólo porque disminuye la temperatura de confort del ACS sino porque además puede producirse una reducción temporal de la ocupación del edificio. Estos dos factores provocan que una gran parte de la energía producida por los colectores pueda no ser absorbida por los depósitos de acumulación y sea el líquido caloportador quien absorba esa energía aumentando su presión y temperatura.

Los elementos de la instalación están protegidos contra esta sobrepresión con la válvula de seguridad. Sin embargo, la fuga de líquido caloportador a través de esta válvula provoca que, cuando la instalación recupere las condiciones normales de trabajo, se haya producido un descenso de presión al haber disminuido la cantidad de líquido solar, haciendo necesario el rellenado de la instalación. Si este llenado no se lleva a cabo adecuadamente, es decir, si no se le añade propilenglicol, en el periodo invernal existe el riesgo de congelación de la instalación. Por tanto, este rellenado debería consistir primero en un vaciado completo de la instalación y posteriormente un hinchado con la proporción adecuada de propilenglicol y agua, en función de las condiciones meteorológicas de la zona de estudio.

En cuanto a la sobretemperatura, conviene destacar que aunque los colectores solares pueden soportar temperaturas de hasta 230ºC, la temperatura del líquido que circula por el interior de los depósitos de acumulación, no debe superar nunca los 110ºC.

Así pues, además del correcto diseño de los elementos de seguridad de la instalación, es necesario un sistema extraordinario para la disipación de la energía sobrante producida.

Hoy en día, debido fundamentalmente a la ausencia de una normativa al respecto, hay en el sector grandes dudas sobre esta cuestión. Aunque son muchas las soluciones a este problema, no hay consenso sobre cuál es la más adecuada. Esta situación provoca que las empresas instaladoras hayan llegado a recurrir a soluciones totalmente descabelladas como cubrir los colectores solares con una capa de cal durante el periodo estival.

En función del tipo de instalación, hay distintas soluciones posibles. Así, por ejemplo, en instalaciones donde las necesidades de ACS durante los meses de verano sean nulas, como escuelas o talleres, donde este periodo coincide con el vacacional, la mejor opción es la cobertura de los colectores solares con una funda. En el mercado se pueden encontrar fundas confeccionadas con material textil y con acabados plásticos que les aportan gran resistencia al desgarre y a temperaturas entre –30ºC y 70ºC.

Sin embargo, en la gran mayoría de las instalaciones se hace difícil conocer a priori cuando disminuirá la ocupación del edificio y por tanto se hace necesario la presencia de un sistema de regulación y disipación de energía completamente automático. En la elaboración de este proyecto se han estudiado varias opciones que se describen a continuación.

- **Disipador de energía agua-agua.**

El disipador de energía agua-agua es un dispositivo que permite ceder la energía sobrante de la instalación a un fluido frío mediante un intercambiador. Este dispositivo se coloca en serie con los colectores solares en el circuito primario en la ida al acumulador. Está formado por una sonda de temperatura y un intercambiador de calor, por el interior del cual circula el líquido solar mientras por el exterior circula el fluido frío, que en el caso de estudio es agua de red. Cuando la temperatura del circuito primario de energía solar alcanza los 110ºC, la sonda abre la llave de cierre del agua de red permitiendo el paso del fluido frío al intercambiador. La llave no se cierra hasta que la instalación alcanza los 85ºC.

En el mercado, la marca Roca Calefacción dispone de un producto similar al descrito. El inconveniente principal de este dispositivo reside en el hecho de malgastar un bien escaso como es el agua.

- **Disipador de energía agua-aire con convección natural.**

Desde el punto de vista técnico, este dispositivo, que permite ceder la energía sobrante de la instalación al aire mediante un proceso de convección natural, es el más adecuado. El conjunto disipador está formado por un tubo aleteado, un termostato y una válvula de tres vías. En cuanto a su funcionamiento, cuando la temperatura de la instalación, medida por el termostato, alcanza los 90ºC, éste actúa sobre la válvula de tres vías, que abre la vía hacia el tubo aleteado. La válvula no cierra la vía hasta que la temperatura se encuentra por debajo del valor de consigna del termostato.

Sin embargo, muchos son los inconvenientes que obstaculizan su implantación. En primer lugar, el coste de instalación es muy elevado. Además, pocas son las empresas que se dedican a la producción de este tipo de tubo en nuestro país. No se encuentra en stock y sólo se suministra bajo pedido. Esta larga serie de motivos provocan que esta posibilidad sea desestimada.

- **Disipador de energía agua-aire con convección forzada.**

Esta solución permite disipar la energía sobrante de la manera más adecuada tanto desde el punto de vista económico como desde el energético ya que el coste de instalación y el de utilización de este dispositivo son inferiores a los que se obtendrían con el resto de posibles instalaciones.

El disipador de energía agua-aire con circulación forzada está formado por un fancoil, en el mercado hay una amplia variedad de modelos, un termostato de inmersión y una válvula de tres vías. La función principal de este conjunto, además de disipar el exceso de energía, es evitar que el líquido solar circule por el serpentín de los acumuladores cuando la temperatura sea elevada. Así, cuando la temperatura de la instalación, medida por el termostato, alcanza los 90ºC, éste actúa sobre la válvula de tres vías, abriendo la vía hacia el fancoil que en ese momento se pondrá en funcionamiento. La válvula no cierra la vía hasta que la temperatura se encuentra por debajo del valor de consigna del termostato.

No obstante, de cara al futuro, se hace necesario que la Administración Pública elabore una normativa que regule esta problemática en instalaciones de energía solar térmica.

Se propone la opción de la instalación de un sistema de aerotermos que permitan la evacuación del calor sobrante al ambiente.

5.3 Subconjunto de almacenamiento.

5.3.1 Descripción y requisitos.

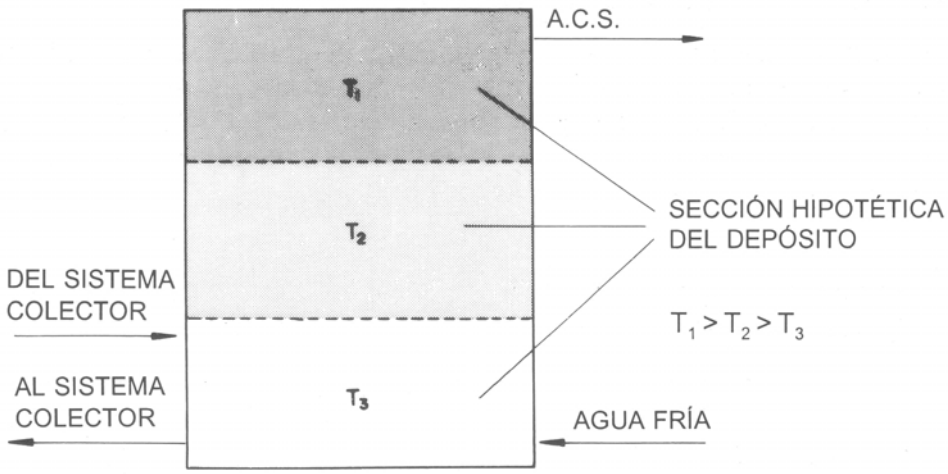
Se ha considerado necesario instalar un sistema de acumulación de ACS puesto que el sistema de energía solar térmica no es capaz de compensar las necesidades instantáneas de consumo. La forma más sencilla y habitual de almacenar energía es mediante acumuladores de agua caliente, los cuales suelen ser de acero, acero inoxidable, aluminio o fibra de vidrio reforzado.

El sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

El correcto dimensionamiento del sistema de acumulación se hará de forma que la temperatura del agua acumulada sea tal que asegure la demanda prevista de ACS minimizando las pérdidas calóricas debido al volumen de acumulación y minimice el consumo energético del sistema auxiliar para la cobertura de la demanda de ACS.

La forma del mismo suele ser cilíndrica, siendo la altura mayor que el diámetro, haciendo de esta manera que se favorezca el fenómeno de la estratificación. Esto es, al disminuir la densidad del agua con el aumento de la temperatura, cuanto mayor sea la altura del acumulador mayor será la diferencia entre la temperatura en la parte superior e inferior del mismo, es decir mayor será la estratificación. Por la parte superior extraemos el agua para su consumo, mientras que el calentamiento solar se aplica en la parte inferior, así hacemos funcionar a los colectores a la mínima temperatura posible y se aumenta por tanto su rendimiento.

A la salida del acumulador podemos instalar una válvula termostática mezcladora, con el fin de limitar la temperatura con la que se extrae el agua caliente hacia los distintos puntos de consumo, además su colocación no influye significativamente en el rendimiento de la instalación.



Los depósitos mayores de 750 L, como es nuestro caso, dispondrán de una boca de hombre con un diámetro mínimo de 400 mm, fácilmente accesible, situada en uno de los laterales del acumulador y cerca del suelo, que permita la entrada de una persona en el interior del depósito de modo sencillo, sin necesidad de desmontar tubos ni accesorios.

5.3.1.1 Materiales.

Podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamientos descritos a continuación:

a) acumuladores de acero vitrificado con protección catódica;

b) acumuladores de acero con un tratamiento que asegure la resistencia a temperatura y corrosión con un sistema de protección catódica;

c) acumuladores de acero inoxidable adecuado al tipo de agua y temperatura de trabajo.

d) acumuladores de cobre;

e) acumuladores no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable;

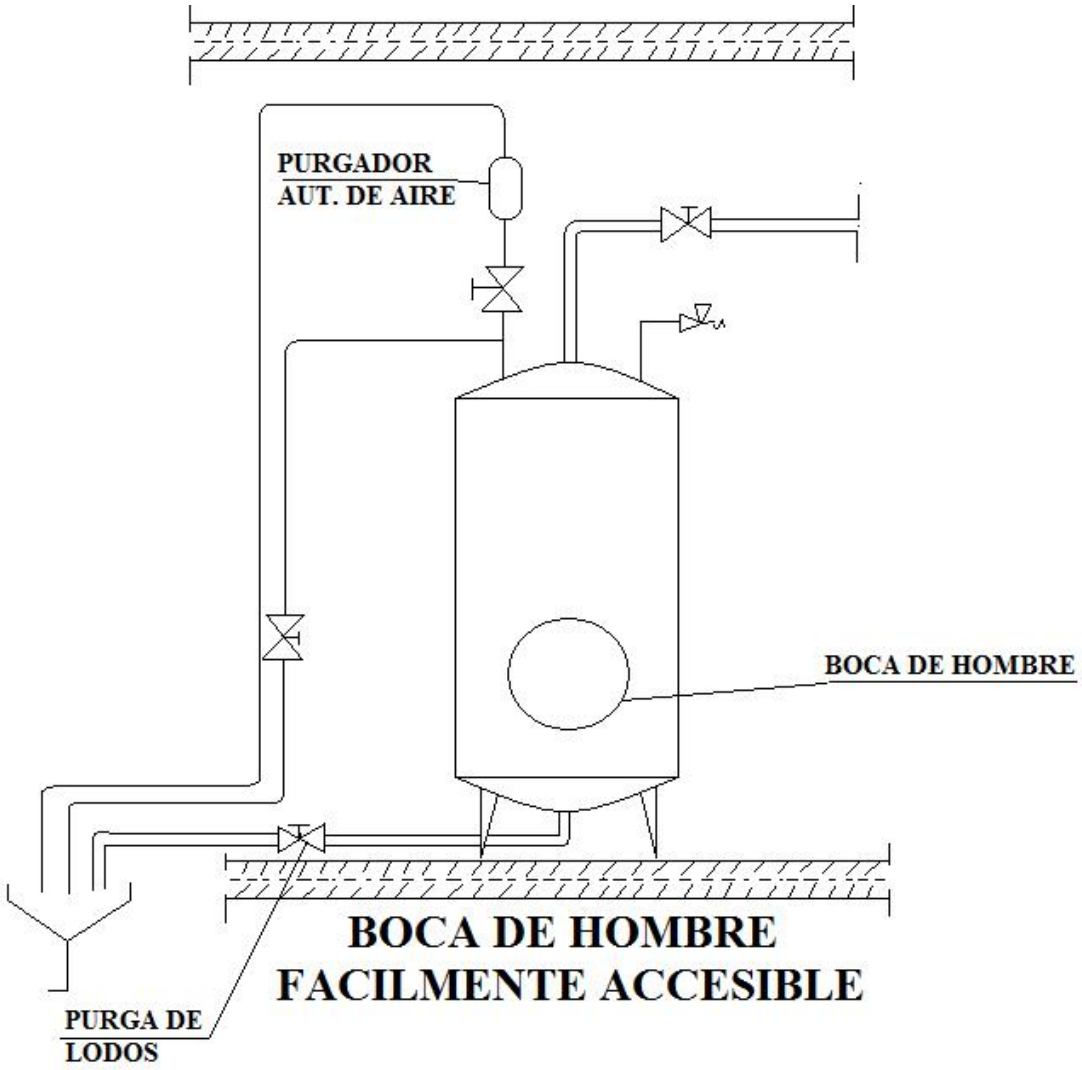
f) acumuladores de acero negro (sólo en circuitos cerrados, cuando el agua de consumo pertenezca a un circuito terciario);

g) los acumuladores se ubicarán en lugares adecuados que permitan su sustitución por envejecimiento o averías.

Según consta en los artículos consultados de la revista El Instalador debemos tomar ciertas medidas de protección contra la corrosión en los acumuladores de agua caliente sanitaria cuando éstos trabajan a 70ºC.

Para instalaciones de cierta importancia, como es el caso que nos ocupa, la tendencia mas común es la de utilizar intercambiadores de placas, con lo que los acumuladores están vacíos, sin serpentines interiores, lo que facilita su limpieza, mantenimiento y protección.

En la parte inferior de los acumuladores debe instalarse una válvula de purga y limpieza de apertura rápida suficientemente dimensionada.



La mejor forma de garantizar los grandes acumuladores de agua caliente sanitaria contra la corrosion interior consiste en construirlos adecuadamente, aplicándoles un revestimiento interior a base de resinas epoxy o galvanizados en caliente y protegerlos catódicamente.

Debe tenerse especial atención en los revestimientos epoxy para que no se deterioren a temperaturas elevadas y sean compatibles con la protección catódica. El galvanizado en caliente es la opción más segura si se complementa con una protección catódica eficaz. Debe exigirse al sistema de protección catódica garantías de resultados con un mínimo de 10 años.

En el presente proyecto se utilizan los dos acumuladores de 2000L cada uno, que se encuentran en las instalaciones existentes y cuyas características constan en *el apartado 3.3 Descripción de las instalaciones existentes, de la Memoria Descriptiva.*

5.3.1.2 Conexiones.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido y, además:

a) la conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador se realizará, preferentemente a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo;

b) la conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador se realizará por la parte inferior de éste;

c) la conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizarán por la parte inferior;

d) la extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

La conexión de los acumuladores entre sí, será tal que permita la desconexión individual de los mismos sin interrumpir el funcionamiento de la instalación. Asimismo, no se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar, ya que esto puede suponer una disminución de las posibilidades de la instalación solar para proporcionar las prestaciones energéticas que se pretenden obtener con este tipo de instalaciones.

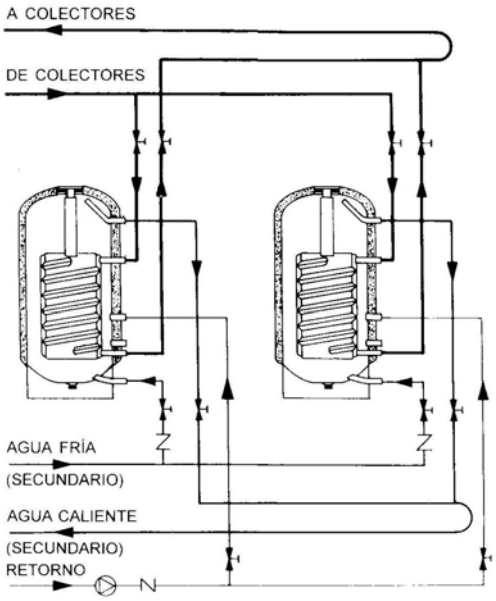


Fig.- Conexión en paralelo de dos acumuladores

El acumulador deberá venir equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección. Según el Código Técnico de la Edificación (CTE) deben existir los siguientes como mínimo:

a) manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente;
b) manguito embridado para inspección del interior del acumulador;
c) manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario;
d) manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato;
e) manguito para el vaciado.

5.3.2 Dimensionado del depósito de acumulación solar.

Según la normativa vigente, el volumen del depósito de acumulación solar ha de ser tal que se cumpla:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Donde:

A es la suma de las áreas de los captadores en m² para cubrir la necesidad energética de ACS = 30,91 m2;

V es el volumen del depósito de acumulación solar en Litros.

Extrapolando el cálculo a la instalación que nos ocupa, el volumen de acumulación debe estar entre 5566 y 1546 Litros.

Ya que la el polideportivo cuenta con dos acumuladores en serie de 2000 L cada uno, es lógico optar por un volumen de acumulación de **4000 L.**

Una vez dimensionado el depósito del sistema de acumulación de agua caliente sanitaria para consumo humano y atendiendo a la normativa, ya que se trata de un depósito de más de $2m^3$ éste deberá de contar con válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos no intencionados al exterior del depósito en caso de daños al sistema.

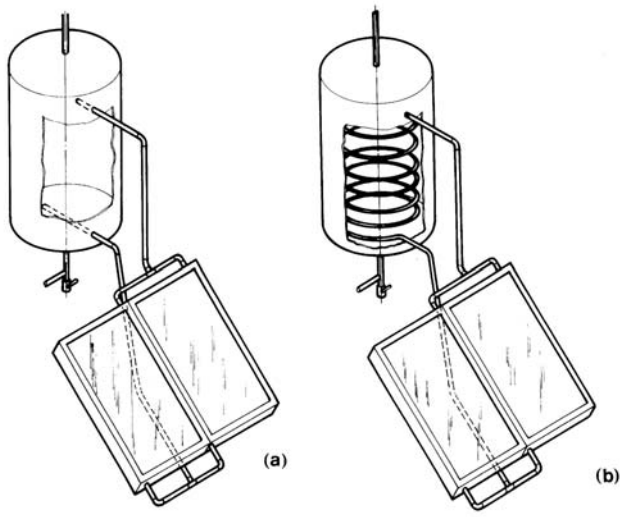
También debemos tener en cuenta que se trata de una instalación solar mixta, es decir, dimensionada con dos usos, agua caliente sanitaria y calentamiento de agua de piscina cubierta; hasta ahora para dimensionar el depósito de acumulación no habíamos tenido en cuenta las necesidades de la piscina, la explicación a ello es que no debe usarse ningún volumen de acumulación ya que se utilizará un pequeño almacenamiento de inercia justo antes de la entrada al vaso de la piscina (este depósito ya está construido y en uso en las instalaciones existentes).

La temperatura de almacenamiento del agua es de 70ºC, mayor que la temperatura de uso del agua caliente sanitaria y el agua de la piscina cubierta; la explicación es porque en el interior del depósito existe una cierta estratificación del agua ya que las capas de agua se colocaran según las diferentes temperaturas, estando las capas más calientes en la zona superior y las más frías en la inferior; según se explicó en apartados anteriores, y la segunda razón y quizás la más importante es como medida de protección contra la legionella.

5.4 Subconjunto intercambiador de calor.

El subconjunto intercambiador está formado por aquellos elementos de la instalación encargados de transferir la energía captada en los colectores solares hasta el depósito de acumulación de agua caliente sanitaria. Entre los elementos que pertenecen a este grupo está el intercambiador, tuberías, válvulas y demás piezas que forman parte integrante del sistema de transporte del calor.

Según el sistema de termotransferencia las instalaciones se clasifican en dos grupos, los de transferencia térmica directa e indirecta. En nuestro caso, y en general, se opta por un sistema indirecto, esto es que existe un intercambiador térmico tal que el fluido del primario no está en contacto con el agua caliente sanitaria.



Sistemas (a) directo y (b) indirecto

A su vez la circulación se puede realizar por dos métodos: circulación natural también llamada termosifón o por circulación forzada mediante el uso de un electrocirculador en el circuito primario. Por las características de nuestra instalación optaremos por una circulación forzada, dejando la circulación natural para aquellas instalaciones más sencillas como es el caso de las viviendas unifamiliares.

La decisión de optar por un sistema de circulación indirecta se basa en los problemas que presentan los sistemas directos, como son la necesidad de usar materiales que no contaminen el agua en el circuito de colectores, con el consiguiente riesgo de congelación al no pode añadir anticongelantes al fluido. Un mayor riesgo de vaporizaciones, incrustaciones y corrosiones en el circuito, además del hecho de que todo el circuito, incluidos los colectores, trabajaría a la presión de la red, hecho que no suele ser posible por una gran parte de los colectores. En cualquier caso existen restricciones de tipo legal para que el agua de consumo no pase a través de los colectores.

En cuanto a la elección de circulación forzada frente a la natural optaremos por la primera puesto que su uso apenas presenta inconvenientes en nuestro caso, como pueden ser la necesidad de disponer de energía eléctrica o la de regulación y control del circulador. Por el contrario ofrece una gran cantidad de ventajas, tales como la no necesidad de colocar el acumulador por encima de los colectores para que se produzca la circulación del fluido, el tener una mayor flexibilidad en el diseño hidráulico del circuito, así como en los diámetros de las tuberías del mismo ya que las pérdidas hidráulicas se subsanan con una mayor potencia en el dimensionado del electrocirculador.

También podemos limitar la temperatura máxima del agua en el depósito, que en verano puede alcanzar hasta los 60ºC, con el consiguiente riesgo para las personas, o para el sistema por formación de incrustaciones calcáreas y corrosiones en el depósito. Y no se presentan problemas para evitar la congelación del fluido en el colector, lo que si ocurre en los sistemas por termosifón puesto que los aditivos para evitar la congelación aumentan la viscosidad del fluido y por tanto hace difícil la circulación del mismo.

Al decantarnos por un sistema indirecto se necesita de un elemento que separe el circuito primario del secundario, haciendo que sean independientes, esto ocurre por ejemplo en instalaciones de agua caliente sanitaria en las que no deseemos que el agua sanitaria pase por los colectores para evitar sobrepresiones en los colectores, riesgos de heladas, corrosiones, incrustaciones, etc., dicho elemento es el intercambiador.

Por contra también su colocación supone una pérdida de rendimiento del sistema ya que es necesaria una diferencia de temperatura entre los líquidos primario y secundario de 3 °C a 10 °C, que hace que los colectores deban funcionar a una temperatura superior a la del fluido secundario.

Además supone en una elevación del coste de la instalación, ya que junto a su propio coste hay que añadir el de una serie de elementos que lo acompaña necesariamente.

Por último indicar otro elemento de vital importancia en el subconjunto de termotransferencia como es el depósito de expansión, cuya función es absorber las dilataciones del agua.

5.4.1 Intercambiador de calor.

Por su posición en la instalación, los intercambiadores pueden ser interiores o exteriores. Y por su construcción se clasifican en: intercambiadores de serpentín (helicoidal o haz tubular), de doble envolvente o de placas. Si bien pueden utilizarse en sistemas por termosifón, es en la circulación forzada cuando se aprovecha al máximo la superficie de intercambio e incluso permite reducir las dimensiones del intercambiador.

Los parámetros que definen a un intercambiador son básicamente el rendimiento y la eficacia de intercambio. Se entiende por rendimiento la relación entre energía obtenida a la salida y la introducida en el intercambiador. Ésta no debe ser inferior a 95%.

La eficacia se define como la relación entre la potencia calorífica realmente intercambiada y la máxima que podría intercambiarse teóricamente. Su valor no debe ser inferior a 0,7.

Para intercambiadores interiores, ver figura, se puede hallar el valor de la eficacia mediante la siguiente expresión:

$$\varepsilon = (t^{o}_{e} - t^{o}_{s}) / (t^{o}_{e} - t^{o}_{m})$$

Donde:

t^{o}_{e} es la temperatura de entrada del fluido caloportador

t^{o}_{s} es la temperatura de salida del fluido caloportador

t^{o}_{m} es la temperatura del agua acumulada

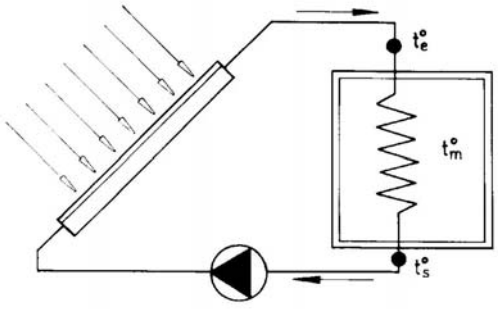
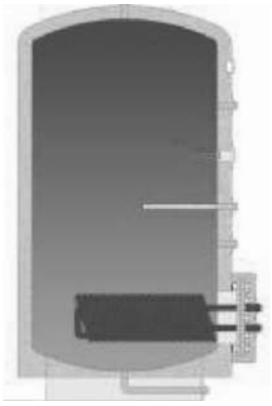


Fig - Intercambiador interno

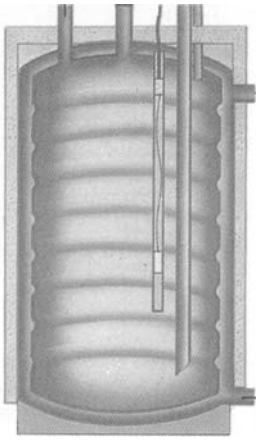
Los intercambiadores de serpentín pueden ser de dos tipos: helicoidales, estando los tubos arrollados en espiral y situado en la parte inferior del acumulador, o de haz tubular. En el interior del serpentín el líquido caloportador está en circulación forzada, mientras que en el exterior el movimiento se realiza por convección natural.

Acumulador con intercambiador helicoidal



Acumulador con intercambiador de haz tubular

En los intercambiadores de doble envolvente el circuito primario envuelve al secundario, de modo que se produce la transferencia energética a través de toda la superficie en contacto con el líquido acumulado. Para instalaciones con acumulaciones elevadas, superiores a 3000 l, puede ser ya más interesante el uso de intercambiadores externos. Los dos tipos que existen en el mercado son: de haz tubular o de placas de acero.



Acumulador con intercambiador de doble envolvente

El intercambiador de placas consta de un circuito con placas metálicas (a modo de radiador) que aumenta la relación superficie/volumen del elemento para favorecer la transmisión de calor.

El hecho de que se ubiquen fuera del recipiente de almacenamiento trae consigo la necesidad de que existan bombas de circulación para ambos circuitos (primario y secundario).

No obstante presentan una serie de ventajas tales como:

- El mantenimiento es muy sencillo por ser un elemento reemplazable y desmontable de modo simple.

- Su empleo permite ampliar la potencia de intercambio de una instalación existente, al ser posible bien aumentar el número de placas del elemento o bien su sustitución por otro con mayor capacidad.

- Tienen un rendimiento aceptable (mayor que los intercambiadores internos).

- El material con el que se fabrican es de alta calidad y durabilidad.

Para el dimensionado del intercambiador, es preciso acudir a las tablas del fabricante o pedir información concreta para cada caso, ya que su cálculo es complejo y se precisa de simuladores numéricos.

Según recomendaciones del IDAE la potencia de diseño del intercambiador se calculará según la siguiente expresión:

$$P \geq 500\ S$$

Donde:

P es la potencia en Watios del intercambiador,

S es los m^2 de superficie de captadores.

Aplicando esta expresión al presente proyecto:

Potencia ≥ 500 * 212,99

Potencia ≥ 107 KW

En el presente proyecto se ha considerado la utilización de un intercambiador de placas de la empresa VIESMAN Vitotrans 100 y la selección se ha realizado de acuerdo a los datos técnicos necesarios para su correcto funcionamiento y que constan en el apartado *5 Diseño del intercambiador de calor, de la Memoria de cálculo*.

5.4.2 Fluido calopotador.

El fluido caloportador es el encargado de pasar a través de los colectores y absorber la energía térmica de éstos para luego transferirla en el intercambiador de calor al circuito secundario.

Habitualmente son cuatro los tipos de fluidos que podemos utilizar.

- Agua natural: Se puede usar en circuito abierto, de modo que el agua sanitaria pasa directamente por los colectores, si bien hay que usar en todo momento materiales aptos para el transporte de agua potable. En muchos casos está prohibido por la Ley. También se puede utilizar en circuito cerrado, si bien puede presentar problemas de congelación, por lo que es preciso recurrir al uso de anticongelantes.

- Agua con adición de anticongelante: Es la solución más generalizada, si bien hay que tener en cuenta ciertas características de la mezcla como son su toxicidad, aumento de viscosidad, aumento de dilatación, disminución de la estabilidad, disminución del calor específico o aumento de su temperatura de ebullición.

- Fluidos orgánicos: Hay que mantener las mismas precauciones que en el caso de agua con adición de anticongelante en cuanto toxicidad, viscosidad o dilatación. Además, estos fluidos orgánicos, sean sintéticos o derivados del petróleo, presentan riesgo de incendio al ser combustibles, aunque son estables a altas temperaturas.

- Aceites de silicona: Si bien son una buena posibilidad por sus óptimas características técnicas, su elevado coste no los hace una opción atractiva en la mayoría de los casos.

El fluido caloportador que vamos a utilizar es agua con la adición de un anticongelante, el anticongelante suele ser a base de propilenglicol o de etilenglicol, fundamentalmente. Hay que tener en cuenta las diferencias de las propiedades físicas que va a haber entre el agua normal y nuestro fluido caloportador, como ya dijimos, de viscosidad, dilatación, estabilidad, calor específico o temperatura de ebullición.

En cualquier caso hay que recordar que debido a la toxicidad del anticongelante es preciso asegurar la imposibilidad de mezcla entre el fluido caloportador y el agua de consumo. La forma más usual de conseguir este propósito es haciendo que la presión del circuito primario sea inferior a la del secundario, de modo que un contacto entre ambos fluidos por rotura en el punto de intercambio provoque el paso del agua hacia el circuito primario pero no al revés. Además la válvula de seguridad del circuito primario deberá estar tarada a una presión inferior a la del agua de red, para proteger a los colectores de la elevada presión del agua de red.

Este fluido debe de tener una temperatura de solidificación 5º C inferior a la temperatura mínima histórica en la zona. La temperatura mínima histórica en la zona la encontramos en *el apartado 2. Altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica en los Anexos.*

Los cálculos realizados llevan al uso de un fluido caloportador formado por un 19% (en peso) de propilenglicol y un 81% de agua. O, si lo preferimos, de un 15 % de etilenglicol y un 85% en agua.

5.4.3 Conducciones.

Los posibles materiales a usar en las conducciones o tuberías son: el cobre, el hierro galvanizado, el hierro negro y los plásticos, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva.

El *cobre* es el material más aconsejable por tener unas altas prestaciones en cuanto a resistencia a la corrosión, maleabilidad, ductilidad e inocuidad, además de ser económicamente muy competitivo.

El *acero galvanizado*, si bien es muy utilizado en fontanería tradicional, no puede usarse como material en el circuito primario pues se deteriora su protección a temperaturas superiores a los 65 ºC.

El *acero negro* sólo se recomienda usar en instalaciones que requieran grandes caudales. Además está prohibido su uso en la conducción de agua caliente sanitaria, por producirse oxidaciones en su estructura que perjudican la potabilidad del agua. Por tanto sólo es posible su uso en el circuito primario.

Las conducciones de *plástico* son una alternativa clara a las de cobre, puesto que posee propiedades muy parecidas y precios muy ajustados, pero sólo podrán ser usadas en el circuito secundario.

Las conducciones que vamos a colocar en la instalación son de cobre por las razones ya explicadas anteriormente.

Según los cálculos realizados y siguiendo la norma UNE 37.141-76 se usarán para el circuito primario:

ZONA EXTERIOR:

- Para los tramos GA y AB, un tubo de cobre de diámetro interior de 32 mm y diámetro exterior de 35 mm.
- Para los tramos BC y FG, un tubo de cobre de diámetro interior de 25 mm y diámetro exterior de 28 mm.
- Para los tramos CD y EF, un tubo de cobre de diámetro interior 20 mm y diámetro exterior de 22 mm.

ZONA INTERIOR:

- Para los tramos de la zona roja un tubo de cobre de diámetro interior 32 mm y diámetro exterior de 35 mm.
- Para los tramos de la zona azul un tubo de cobre de diámetro interior 39 mm y diámetro exterior de 42 mm.
- Para los tramos de la zona verde un tubo de cobre de diámetro interior 51 mm y diámetro exterior de 54 mm.
- Para los tramos de la zona amarilla un tubo de cobre de diámetro interior 51 mm y diámetro exterior de 54 mm.
- Para los tramos de la zona rosa un tubo de cobre de diámetro interior 60 mm y diámetro exterior de 63 mm.

La pérdida de carga lineal deberá ser menor de 40 mm de columna de agua por metro, en caso contrario habría que elegir el diámetro inmediatamente superior. Tampoco se deben admitir unas pérdidas mayores de 7 m.c.a en el primario y en el secundario.

Se deberá prestar especial atención a los accesorios necesarios tales como reducciones y ensanchamientos cuyo fin será el de unir tuberías del mismo material pero de distinto diámetro ya que por ellas irán caudales distintos; las uniones se llevaran a cabo por uno de los métodos expuestos anteriormente.

5.4.4 Bombas.

Es el elemento responsable de vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por el circuito. Entre los diferentes tipos de electrobombas (alternativas, rotativas y centrífugas) se ha optado por las centrífugas.

Las bombas de circulación preferentemente serán en línea y se situarán en las zonas más frías del circuito. La bomba se seleccionará de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante

Cuando las conexiones de los captadores son en paralelo, el caudal nominal será el igual caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores en paralelo.

Entre los diversos modelos de cada marca hemos de seleccionar aquél que mejor se adapte a los valores que hemos calculado.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

En instalaciones de un considerable tamaño (superiores a 100 m² de captadores solares), como es nuestro caso, es recomendable la instalación de otra bomba idéntica y en paralelo con ésta para evitar la parada de la instalación por avería o mal funcionamiento de la bomba.

5.4.5 Vaso de expansión.

El diseño de la instalación deberá prever un sistema que absorba la dilatación del fluido y asegure un valor mínimo de la presión en el circuito, esa es la función del sistema de expansión , el cual se diseñará para un volumen de dilatación como mínimo igual al 4,3% del volumen total de fluido en el circuito primario.

Dichos vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba y cuando no sea posible se usarán los vasos de expansión abiertos de tal manera que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

En el mercado se encuentran dos tipos de vasos de expansión: Los vasos de expansión cerrados, que se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío en el punto más alto del circuito no sea inferior a 1,5 Kg/cm² y la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

En sistemas en los que se utilicen vasos de expansión abiertos conectados al circuito a través de una válvula de carga de doble dirección, la presión de tarado de la descarga asegurará que la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito, no sobrepase la presión máxima de trabajo de los componentes.

En el presente proyecto se utilizarán dos vasos de expansión cerrados cuyas conexiones serán roscadas.

Se escogen vasos de expansión cerrados para evitar la entrada de aire al interior de las tuberías y en consecuencia la corrosión de las mismas, además elimina la necesidad de colocar conductos de seguridad y alimentación hasta lugares elevados de la instalación.

También se eliminan pérdidas de agua por evaporación, evitando la corrosión e incrustaciones provocadas por el agua de reposición; a la vez que disminuye la posibilidad de riesgos de heladas y no precisa ningún servicio de conservación.

La situación exacta de ambos vasos de expansión es: uno de ellos en el circuito primario antes de que el fluido caloportador retorne al campo solar y el otro vaso de expansión deberá estar situado en el circuito secundario de la instalación, ya que se da la circunstancia de que la instalación anterior contaba con un vaso de expansión de 500 L de capacidad, seguirá usándose el mismo.

El fundamento de los vasos de expansión cerrados es el siguiente: están divididos interiormente por una membrana de caucho elástico; la zona superior se llena de aire y la otra zona se conecta al circuito primario. La dilatación del agua queda absorbida por la cámara del gas al abombarse la membrana lo que produce aumento de presión en la cámara superior.

5.5 Subconjunto de energía de apoyo.

En la instalación que nos ocupa, ya que la normativa obliga a una cobertura solar mínima del 60% de la energía necesaria, el otro 40% restante debe ser aportado por un sistema de energía auxiliar, con alguna fuente combustible convencional, que además deberá asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica.

Ya que uno de los objetivos del presente proyecto es aprovechar las instalaciones ya existentes, la energía necesaria para cubrir el 100% de necesidad energética será aportada por las calderas de propano situadas en la sala de calderas de la planta baja del complejo polideportivo, cuyas características principales constan en el apartado de 3.2 *Descripción de las instalaciones existentes de la Memoria Descriptiva.*

El diseño del sistema de energía auxiliar se realizará en función de la aplicación (o aplicaciones) de la instalación, de forma que sólo entre en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación solar.

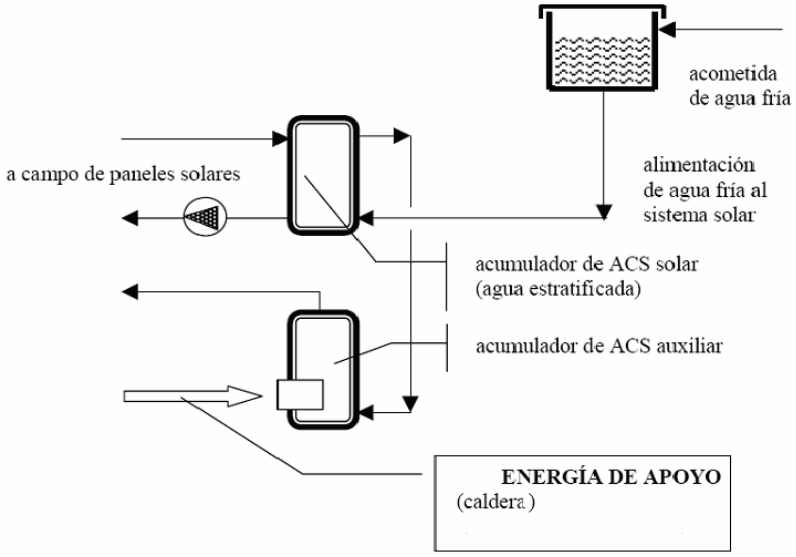
El sistema de aporte de energía auxiliar, siempre dispondrá de un termostato de control diferencial sobre la temperatura de preparación que en ningún caso será superior a 50ºC. Este requisito no será de aplicación a los calentadores instantáneos de gas no modulantes.

En el caso de que el sistema de energía convencional auxiliar no disponga de acumulación, es decir sea una fuente instantánea, el equipo será modulante, es decir, capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cual sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo.

En todo caso, la conmutación del sistema será fácilmente accesible y se recomienda disponer un indicador de la temperatura del acumulador solar fácilmente visible y accesible por el usuario.

Si la instalación es de producción centralizada (servicio a distintos usuarios), se debe aplicar una relación de 150 W/m2. En el caso de sistemas preexistentes, no habrá ningún límite.

En el caso de climatización de piscinas, para el control de la temperatura del agua se dispondrá una sonda de temperatura en el retorno de agua al intercambiador de calor y un termostato de seguridad dotado de rearme manual en la impulsión que enclave el sistema de generación de calor. La temperatura de tarado del termostato de seguridad será, como máximo, 10 ºC mayor que la temperatura máxima de impulsión.



Con motivo de aprovechar las instalaciones existentes indicadas en *el apartado 3.2 Descripción de las instalaciones existentes de la Memoria Descriptiva*, las calderas de propano y el resto de equipos para la producción de ACS, serán los encargados del aporte energético auxiliar. Por otro lado, permitirán el control anti-legionella siempre que sea necesario pudiendo elevar la temperatura del agua por encima de 70ºC.

5.6 Subconjunto hidráulico.

5.6.1 Circuito primario.

El circuito primario lo forman todos los elementos, (incluidos colectores, tuberías, vaso de expansión, bombas, válvulas y accesorios), que son recorridos por el llamado fluido caloportador, que en nuestro caso es una mezcla de fluido anticongelante (propilenglicol) y agua, en una determinada proporción.

La descripción detallada del mismo se puede observar en el *apartado Planos*.

Dicho circuito comienza a la salida del intercambiador de placas con una conducción de cobre de diámetro exterior de 63 mm, a continuación se le unirá otra conducción de las mismas características que viene del circuito de evacuación de calor del agua sobrecalentada mediante aerotermos. Antes y después de la unión de dicha tubería se colocaran válvulas de bola para aislar este tramo de tubería.

La descripción del sistema de aerotermos seria la siguiente: en el caso estacional de que la insolación es muy alta pero la instalación no esta abierta al publico o su uso es mínimo, es necesario disponer de un sistema de evacuación del calor; en el presente proyecto se decidió colocar un sistema de aerotermos con dicho fin.

Dicho sistema esta formado por una batería de 3 aerotermos colocados en paralelo, hacia los que será desviada la cantidad de líquido calopotador sobrecalentado que sea necesaria, esta orden será dada por la centralita de control.

A la salida de la batería de captadores el caudal de fluido caloportador, ya frío, vuelve a converger en una sola tubería, en la que se encuentra colocado un grupo de bombas gemelas de una potencia de 750 W cuya función es la impulsión del fluido caloportador de vuelta al campo solar.

A continuación, siguiendo en la misma tubería se encuentra el vaso de expansión cerrado de 300 L de capacidad, del que sale una conducción con las mismas características de la que entró en éste. En este caso, también antes y después de la ubicación se instalarán sendas válvulas de bola en la conducción de 63 mm de diámetro exterior con el mismo objetivo de aislamiento.

A continuación se producen cinco bifurcaciones una tras otra, cuyo objetivo es separar el caudal de fluido calorportador en cinco corrientes iguales cada una de las cuales va dirigida a una batería de 18 captadores.

Los diámetros internos, externos y espesores de cada uno de los tramos de tubería de esta zona están descritos en *el apartado 6 Dimensionamiento de las conducciones de la Memoria de Cálculo*.

Tras cada bifurcación está conectada la bomba correspondiente para impulsar los 2277L/h que entran a cada batería de captadores, la potencia de impulsión de todas y cada una de las bombas del circuito primario esta calculada en *el apartado 7. Potencia bombas circulación de la Memoria de Cálculo*.

De cada línea de bomba saldrá una conducción de 35 mm de diámetro exterior por cuyo interior serán impulsados los 2277 L/h de fluido en ascendente hasta la azotea, donde están ancladas las baterías de captadores.

Una vez llega esta línea a la batería vuelve a ser bifurcada la corriente en dos, una corriente de 759 L/h que entra en la primera fila de la batería de captadores y la otra corriente de 1518 L/h continúa fluyendo por la conducción de 28 mm de diámetro exterior camino de la segunda fila de la batería, donde se encuentra con otra bifurcación en la que los 1518 L/h se reparte en dos corrientes de 759 L/h una de las cuales entra en esta segunda fila y la otra continúa por una conducción de 22 mm de diámetro exterior camino de la tercera y última fila de la batería.

Esta operación se repetirá para cada una de las 5 baterías de la misma forma; lo único que cambia es la longitud de las tuberías de entrada a cada batería, pues según se calculó en *el apartado 2. Distancia entre filas de captadotes de la Memoria de Cálculo*, cada batería estará separada de la anterior 3 m, además hay que contar la distancia entre tuberías de las cinco baterías, se estima una separación entre ellas de 20 cm.

A la salida de cada batería el recorrido es el mismo pero al contrario (teniendo en cuenta que están conectados en flujo inverso), por lo que la descripción de las conducciones de entrada será la misma que para las de salida.

Una vez las líneas penetran al interior del edificio, se van produciendo ensanchamiento y convergencias de las tuberías con el objetivo de volver a unificar los 5 caudales de 2277 L/h en uno sólo que fluye por la conducción de 63 mm de diámetro externo que alimenta al intercambiador de placas.

Cada una de las parejas de bombas de cada línea también estarán precedidas y seguidas de dos válvulas de bola para aislar cada bomba por separado en el caso de que se deba proceder a una reparación no tenga porqué pararse el funcionamiento de la instalación.

Como ya se explicó anteriormente la normativa obliga a la colocación de dos bombas gemelas en paralelo para la impulsión de las corrientes de agua, debido a la capacidad de la instalación solar.

5.6.2 Circuito secundario.

El llamado circuito secundario en una instalación solar térmica para calentamiento de agua caliente sanitaria está formado por la red de tuberías, accesorios, bombas y válvulas que son recorridos por el fluido de consumo final, es decir, en este caso agua de red.

Concretamente si lo describimos con detalle estará formado en primera instancia por la tubería de entrada y salida de agua al intercambiador de calor, que según se calcula en *el apartado 6. Dimensionado de las conducciones de la Memoria de Cálculo*, las características de las mismas son: longitud 500 m, diámetro interior 60 mm, diámetro exterior 63 mm y espesor 1,5 mm, por la que circula el agua de consumo.

A la entrada del mismo el agua de consumo estará fría y tras pasar a su través sufre un calentamiento hasta la temperatura deseada para su almacenamiento, que es el elemento que está a continuación en el circuito secundario.

En la entrada al intercambiador se colocarán las bombas de impulsión del secundario cuya potencia se calcula en *el apartado 7. Potencia de las bombas de circulación de la Memoria de Cálculo*, como medida de seguridad se colocarán dos bombas de idénticas características en paralelo, asegurándose así el funcionamiento de la instalación en continuo en caso de avería; esta misma medida de colocar las dos bombas en paralelo se aplica en todos los puntos donde sean necesaria la impulsión de un fluido a través de bombas.

Este grupo de bombeo será el encargado de la impulsión del agua menos caliente del fondo del acumulador que es recirculada al intercambiador, y además de la impulsión del caudal de retorno del sistema de renovación de agua de la piscina cubierta. En este caso, a su vez, también se colocarán válvulas de bola antes y después del grupo de bombeo.

A la salida del intercambiador el caudal de agua, ya caliente, es bifurcada en dos corrientes, para los dos usos a los que está destinada; la función de control sobre las válvulas para conducir más o menos caudal en una u otra aplicación se llevará a cabo por el sistema de control mediante lazo cerrado.

El depósito de acumulación, como se explicó en apartados anteriores estará formado por dos depósitos conectados en paralelo de 2000 L de volumen cada uno de ellos, que operacionalmente funcionan como uno solo de 4000 L, pero con la ventaja de que en caso de que uno de los dos falle en el funcionamiento o deba ser reparado o limpiado el otro puede seguir funcionando sin que la instalación sufra modificaciones en sus requerimientos.

Por la parte superior de los depósitos será de donde salgan las líneas a consumo de agua caliente sanitaria, ya que es la zona más caliente del depósito; por el contrario, será en la zona inferior de los mismos donde serán conectadas las líneas de alimentación de agua de red fría, cuyo objetivo es mantener el nivel del depósito.

A la salida de los depósitos de acumulación las tuberías tomarán el camino necesario para llegar a los puntos de ducha, lavabos y tubería de entrada al depósito de compensación de la piscina cubierta.

El sistema de apoyo mediante energía auxiliar con combustible convencional, estará conectado al segundo depósito de acumulación, tal y como esta funcionando hoy día las instalaciones deportivas; y su función es apoyar al sistema solar, de manera que, un termostato controlará la temperatura del agua y tras compararla con el Set Point asignado, mandará la señal al sistema auxiliar según la cantidad de energía que deba aportar el mismo para llegar a la temperatura de consigna.

El sistema de control del sistema auxiliar por su parte mandará señal a la caldera para que ésta caliente, mediante combustible convencional, cierta cantidad de agua.

Como culminación del lazo cerrado de control se colocará otro indicador de temperatura, de similares características del anterior termostato en cuanto a rango y precisión, cuya función es la de indicar la temperatura de consumo final del agua.

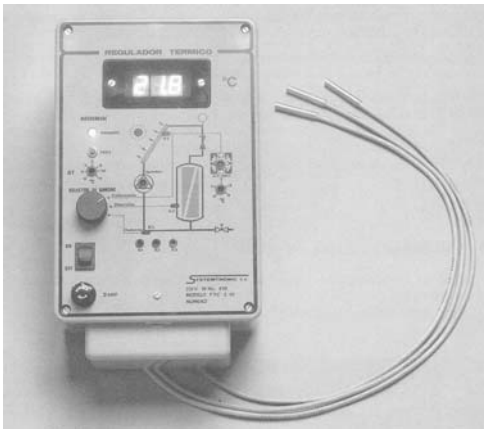
5.7 Subconjunto de regulación y control.

5.7.1 Introducción.

Las funciones fundamentales son las siguientes:

- Ser la central de cómputo y almacenamiento de información.
- Generar y enviar las órdenes a los elementos eléctricos externos.
- Visualizar en pantalla la temperatura de los puntos vitales de la instalación.
- Realizar el control diferencial de las temperaturas de los colectores, y de los depósitos.

El modelo utilizado es el PTC3101 de la marca Systemtronic, cuyo regulador viene con tres sondas térmicas incluidas, donde dos de ellas se utilizarán para medir la temperatura en los colectores y los acumuladores, dejando una tercera para medir la temperatura en el otro acumulador.



El control de funcionamiento normal de las bombas será siempre del tipo diferencial, actuando en función del salto de temperatura entre la salida de la batería de captadores y el depósito de acumulación solar.

La precisión del sistema de control y la regulación de los puntos de consigna asegurará que en ningún caso las bombas estarán en marcha con diferencias de temperaturas menores de 2ºC y en ningún caso paradas con diferencias superiores a 7ºC.

El sistema de control asegurará que en las instalaciones para agua sanitaria en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a 45ºC en los puntos de consumo recomendándose el uso de válvulas mezcladoras.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos del circuito secundario.

El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema y del funcionamiento de bombas.

Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Ésto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías todo o nada, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

Además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, como la instalación proyectada tiene una superficie mayor de 20 m^2 se deberá disponer al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:

a) temperatura de entrada agua fría de red;
b) temperatura de salida acumulador solar;
c) caudal de agua fría de red.

El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo.

- **Control de carga:**

En esta instalación se utiliza un Control a la carga, para una óptima transformación de la radiación solar en calor, y su posterior transferencia al sistema de almacenamiento. Regula los estados de arranque y parada de la instalación solar y la prioridad entre las distintas aplicaciones que se puedan presentar.

El sistema de control de carga regulará, principalmente, dos estados:

A) La regulación de los estados de arranque y parada de las bombas del primario y del secundario de la instalación solar.

B) El control del intercambio de calor en el subsistema de almacenamiento.

Si se realiza el control por temperatura diferencial entre la salida del campo de captadores y la zona más fría del sistema de acumulación, la correspondiente bomba del primario se conectará cuando la diferencia de temperatura entre el fluido caloportador a la salida del campo de captadores y la parte media del acumulador solar supere un valor predeterminado. Esta labor se encomienda a unos aparatos denominados termostatos diferenciales.

Al emplear un intercambiador de calor externo es necesario regular el aporte de calor al circuito secundario mediante la ordenación de los estados de arranque y parada de la bomba del secundario. Así, deben estar conectadas simultáneamente, las bombas del primario y del secundario del sistema solar. Se desconectarán cuando no exista diferencia de temperatura suficiente entre la salida del campo de captadores y la zona más fría del subsistema de acumulación.

Una de las sondas debe soportar temperaturas dentro del rango de –2ºC, que es la temperatura mínima ambiente de la zona, y otra de las sondas debe soportar hasta 153ºC, que es la temperatura estática de captador solar. Se ubicará a la salida del último captador de la batería que reciba menos horas al sol.

La otra sonda deberá soportar temperaturas comprendidas entre 10ºC, temperatura mínima del agua de red de la zona, y 70ºC, que es la temperatura de acumulación.

El arranque de la bomba se producirá cuando la diferencia de temperatura entre placa y acumulador sea de 7ºC y se parará cuando la diferencia de las temperaturas anteriores sea inferior a 2ºC.

Una descripción somera del sistema de control propuesto para nuestra instalación podría ser el que a continuación se detalla:

- Control del caudal y temperatura del caudal de retorno de la tubería de llenado de la piscina.
- Control del purgador automático a la salida del campo de captadores.
- Control de la bifurcación del caudal entre los dos depósitos de acumulación de agua caliente sanitaria, estará conectado en lazo cerrado al sistema de control de nivel en ambos depósitos.
- Control de caudal y temperatura de entrada del agua fría de la red.
- Control de la bifurcación de caudal entre las dos entradas de agua fría de red a ambos depósitos de acumulación de agua caliente sanitaria, estará también conectado en lazo cerrado al sistema de control de nivel en ambos depósitos.
- Control de caudales en la bifurcación del agua, una corriente a llenado de piscina directamente y la segunda corriente a los depósitos de acumulación.
- Control de caudales a la entrada y salida del intercambiador de calor.
- Control del sistema de aerotermos para evacuación del calor sobrante.
- Control de la temperatura de las corrientes antes de su uso final, conectado en lazo cerrado con sonda de temperatura antes del aporte de energía auxiliar.

5.7.2 Aparatos.

- Manómetros.

Son los encargados de darnos el valor de la presión en el circuito, en kg/cm^2 o en metros de columna de agua. En este último caso se denominan hidrómetros.

La escala de los mismos suele estar comprendida entre 0 y 6 kg/cm^2, si bien no debe llegarse a tales presiones debido a que elementos del circuito, como puedan ser los colectores o el depósito de expansión, no suelen soportar presiones mayores de los 4 kg/cm^2.

- Termómetros y termostatos.

Los termómetros son los encargados de medir la temperatura del fluido. Los termostatos a su vez son los encargados de transformar una lectura de temperatura en una señal eléctrica que ponga en funcionamiento un determinado mecanismo.

Ambos se pueden clasificar en dos tipos: de contacto e inmersión. Entre los primeros encontramos los de abrazadera los cuales se colocan en contacto con la tubería a través de la citada pieza. Los de inmersión en cambio van introducidos en una vaina que se coloca en el interior de la tubería, con lo que su fiabilidad es mucho mayor al ser el contacto con el fluido mucho más directo.

- Purgador y desaireador.

El purgador tiene como función evacuar los gases contenidos en el fluido caloportador, los cuales pueden dar lugar a la formación de bolsas que impiden la correcta circulación del fluido, además de provocar corrosiones. Para su correcto funcionamiento hay que colocar el purgador en el punto más alto de la instalación.

El desaireador asegura que los gases disueltos en el líquido sean evacuados hacia el exterior por el purgador. La forma más sencilla de lograrlo es haciendo que la fuerza centrífuga lance el agua hacia las paredes, mientras que el aire al ser más ligero se acumula en el centro y ascienda a través del mismo, siendo evacuado por el purgador que está situado en la parte superior.

El modelo de purgador elegido funciona como se acaba de describir y es el modelo que ofrece en su catalogo SOLECO, cuyas características constan en *el apartado 14. Purgador seleccionado en el apartado de Anexos.*

- Válvulas de paso.

Son los elementos encargados de interrumpir total o parcialmente el paso del fluido a través de las conducciones. Los diferentes tipos de las válvulas son de asiento, compuerta, de bola o esfera y de mariposa:

Las *válvulas de asiento* poseen como elemento obturador un disco que se cierra sobre su asiento. Produce pérdidas de carga importantes, y se utilizan para regular el caudal y para el equilibrado de los circuitos.

Las *válvulas de compuerta* tienen un elemento obturador formado por una cuña. Este tipo de válvulas se utiliza como órgano de cierre y nunca como elemento de regulación.

Las *válvulas de mariposa* constan de un disco que hace de obturador, y provocan una pequeña pérdida de carga.

Las *válvulas de bola o esfera* se basan en un elemento obturador formado por una bola de acero inoxidable, la cual posee un orificio del mismo diámetro que la tubería en la que se coloca, por lo que la pérdida de carga es mínima cuando están abiertas.

- Válvula de seguridad.

Su función es la de limitar la presión en el circuito y así proteger los componentes del mismo. En nuestro caso los puntos más delicados son el campo de colectores y el vaso de expansión, por lo que se debe de marcar a una presión inferior a la máxima soportada por los citados elementos. Normalmente se usa una válvula de resorte.

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Su colocación está obligada por la legislación para todos aquellos circuitos sometidos a presión y a variaciones de temperatura.

- Válvulas antirretorno.

Son las encargadas de permitir el paso del fluido en un sentido e impedirlo en el contrario. Fundamentalmente las hay de dos tipos, de clapeta y de discos de doble compuerta, siendo estas últimas poco aconsejables para el circuito primario debido a su elevada pérdida de carga.

- Válvulas de tres vías.

Se usan para regular la circulación por distintas conducciones según el momento, suelen estar controladas por una señal eléctrica procedente del regulador diferencial o de un termostato.

- Grifo de vaciado.

Su uso se pone de manifiesto cuando es necesario vaciar el circuito, ya sea el primario o el secundario por labores de mantenimiento o reposición del algún elemento del circuito. Para conseguirlo con rapidez y comodidad se debe de colocar en la parte inferior de los circuitos.

5.8 Aislamiento.

Se trata de un elemento de alta importancia en este tipo de instalaciones, pues asegura que el calor captado por el fluido caloportador a partir de la acción del sol sea transportado a través de la red de tuberías, aparatos y accesorios, tratando de disminuir las perdidas hasta el intercambiador de calor, donde cederá su temperatura al agua de consumo que queda almacenada en el depósito acumulador.

En el mercado se encuentra multitud de tipos de aislantes, clasificados según su conductividad térmica, y según sea el uso y la necesidad de mayor o menor calorifugación se optará por uno u otro.

Los valores más importantes para la elección apropiada del aislamiento son: el coeficiente de conductividad, la gama de temperaturas, su resistencia, su fácil colocación y el coste.

El material aislante se sujetará con medios adecuados de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios.

Cuando el material aislante de tubería y accesorios sea de fibra de vidrio deberá cubrirse con una protección no inferior a la proporcionada por un recubrimiento de venda y escayola. En los tramos que discurran por el exterior será terminada con pintura asfáltica.

El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

El aislamiento de acumuladores cuya capacidad sea inferior a 300 litros tendrá un espesor mínimo de 30 mm., para volúmenes superiores el espesor mínimo será de 50 mm.

El espesor del aislamiento del cambiador de calor no será inferior a 20 mm.

En el dimensionamiento del espesor de aislante necesario podemos tomar tres alternativas:

- Elegir un material aislante cuyo coeficiente de conductividad térmica λ sea de 0,040 W/m.ºC a 20ºC, con lo que el espesor del aislante será obtenido a partir de la siguiente tabla (RITE- ITE 3 CÁLCULO, APENDICE 03.1 Espesores mínimos de aislamiento térmico) en función del diámetro exterior de la conducción y de la Temperatura del fluido caliente que va por su interior.

Fluido interior caliente				
Diámetro exterior (mm) (*)	**Temperatura del fluido (°C) (**)**			
	40 a 65	**66 a100**	**101 a 150**	**151 a 200**
D ≤ 35	**20**	**20**	**30**	**40**
35 < D ≤ 60	**20**	**30**	**40**	**40**
60 < D ≤ 90	**30**	**30**	**40**	**50**
90 < D ≤ 140	**30**	**40**	**50**	**50**
140 < D	**30**	**40**	**50**	**60**

(*) Diámetro exterior de la tubería sin aislar.
(**) Se escoge la temperatura máxima en la red.

Para tuberías y accesorios situados al exterior, los valores anteriores se incrementarán en 10 mm.

- La segunda opción sería elegir un material de otra conductividad térmica λ distinta a la anterior, en este caso el espesor del aislante debe ser calculado aplicando las formulas siguientes:

Para superficies plano paralelas:

$$\text{espesor (mm)} = (\text{valor tabla})\ \lambda\ (\text{W/mºC})/0{,}04$$

En el caso de conductos de sección circular

$$e = \frac{D_i}{2} \bullet \left[EXP\left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \bullet \ln \frac{D_i + 2 \bullet e_{ref}}{D_{i.}} \right) \right]$$

e es el espesor del aislamiento buscado,

e_{ref} es el espesor de referencia,

D_i es el diámetro interior de la sección circular,

λ y λ_{ref} son las conductividades térmicas respectivas. (λ_{ref} = 0,04)

- Otra opción seria la de consultar al fabricante los espesores necesarios para nuestra instalación en función del rango de Temperaturas de operación y de los diámetros externos de las conducciones.

Por comodidad de cálculos se elige la primera de las opciones, usaremos un material aislante a base de **espuma de polietileno** ya que su conductividad térmica es la deseada, además tiene una resistencia al agua excelente, resistencia mecánica buena y protege contra la corrosión.

A continuación se adjuntan tablas a cerca de las características de distintas opciones de materiales aislantes.

	Presentació. Utilització principal	Temperatura Límit (° C)	Corrosió	Ignifug	Resistència mecànica	Resistència a l'aigua	Pes específic (kg/m^3)	Coeficient conductivitat (W/m·k)
Suro	Pols, gràuls, plaques, coquilles	-100 ° C a 80 ° C	No	Dolent	Bona	Dèbil	100 a 200	-50 ºC 0.04 0 ºC 0.047 50 ºC 0.052
Espuma de vidre	Plaques, coquilles	-200 ° C a 450 ° C	No	Molt bo	Bona	Excel·lent	130 a 160	-50 ºC 0.04 0 ºC 0.05 50 ºC 0.059 100ºC 0.068
Formigó espandit	Plaques, coquilles	-20 ° C a 120 ° C	No	Bo	Bona	Molt dèbil	800 a 2000	0 ºC 0.071 50 ºC 0.079 100ºC 0.085
Resines sintètiques expandides	Utilització baixa temperatura	Variable – 150 ° C a 170 ° C	No	Regular a dèbil	Mitjana	Variable segons cèl·lules	De 10 a 80	0.029 a 0.035
Espumes elastomeriques	Coquilles, planxes, cintes	150 ° C	No	Autoextin-guible	Mitjana	Molt bona	60	0.035

Taula 36. Característiques d'alguns aïllants cel·lulars.

	Presentació. Utilització principal	Temperatura Límit (° C)	Corrosió	Ignifug	Resistència mecànica	Resistència a l'aigua	Pes específic (kg/m^3)	Coeficient Conductivitat (W/m·K)
AMIANTO	Borra, plaques coquilles	500º C a 600º C	No (excepte aglomerant)	Molt bo	En aglomerants bona	Molt dèbil	160 a 200	0ºC 0.04 50ºC 0.042 100ºC 0.047
FIBRA DE VIDRE	Normal Refrectari Amb resina	500º C a 700º C variable amb resina	No Segons resina	Total Segons resina	Dèbil Segons resina	Molt dèbil	4 a 200	0ºC 0.039 50ºC 0.041 100ºC 0.046
FIBRA MINERAL	Borra, plaques Coquilles, fibres	600º C a 700º C	Depèn del contingut de sulfur i de la resina	Total Excepte amb resina	Dèbil Segons resina	Molt dèbil	30 a 300	0º C 0.042 50ºC 0.045 100ºC 0.052
FIBRA ANIMAL I VEGETAL	Borra, plaques Coquilles Anticondesensats	80º C	No	Molt alt	Mitjana	Molt dolenta	200	0.04 kcal/h·m·ºC

Taula 35. Característiques d'alguns aïllants fibrosos.

	Presentació. Utilització principal	Temperatura límit (° C)	Corrosió	Ignífug	Resistència mecànica	Resistència a l'aigua	Pes específic (kg/m^3)	Coeficient conductivitat (W/m·K)
PERLITE	A granel, gràguls, plaques coquilles Baixa temperatura	- 200° C + 900° C	No	Bo	Dèbil	Dolenta	40 a 100	-50°C 0.04 0°C 0.045 50°C 0.052 100°C 0.058
VERMICULITE	Fabricació de formigó refractori. Coquilles, plaques, borra	1000 ° C	No (excepte l'aglomerant)	Molt bo (excepte l'aglomerat)	Dèbil (segons aglomerat)	Molt dèbil	70 a 110	50°C 0.092 100°C 0.095
KIESELGUHR	A gràvel, plaques, coquilles, pasta	900 ° C	Si, en forma de pasta	Molt bo	Dèbil a bona	Molt dèbil	200 a 300	0°C 0.05 50°C 0.055 100°C 0.06
SILICAT DE CALCI	Plaques, coquilles	900 ° C	Ataca a l'alumini	Bo	Bona	Molt dèbil	200	50°C 0.055 100°C 0.062
MAGNESIA	Plaques, coquilles a gràvel	300 ° C	Ph. 9 a 10 Ataca l'alumini	Bo	Bona	Molt dèbil	200	

Taula 37. Característiques d'alguns aïllaments granulosos.

Los cálculos detallados se encuentran en *el apartado 9. Espesor del aislante en conducciones de la Memoria de Cálculo.*

Las características térmicas y técnicas del material aislante elegido consta en el texto de la ficha técnica del fabricante y distribuidor del mismo, *ver apartado 11. Características aislante seleccionado de Anexos.*

5.9 Puesta en marcha de la instalación.

El proceso de puesta en marcha de la instalación es de gran importancia para garantizar un eficiente aprovechamiento de la energía solar producida así como una larga vida útil a los elementos que la componen.

En primer lugar, una vez conectados todos los elementos del circuito primario de energía solar, se procede al llenado de la instalación. Se llena la instalación con la presión del agua de red, nunca por encima de 4,5 kg/cm^2, introduciendo en el circuito el líquido anticongelante, dejando los purgadores manuales abiertos.

Luego se programa la central electrónica de regulación según las condiciones establecidas en el apartado de regulación y control.

Finalmente, se regula el caudal circulante por la instalación con el caudalímetro, según las instrucciones proporcionadas por el fabricante, respetando la normativa en vigor. En este caso, el caudal que circule por el circuito primario debe ser de 126,5 L/h por cada colector.

2. MEMORIA DE CÁLCULO

2. MEMORIA DE CÁLCULO.

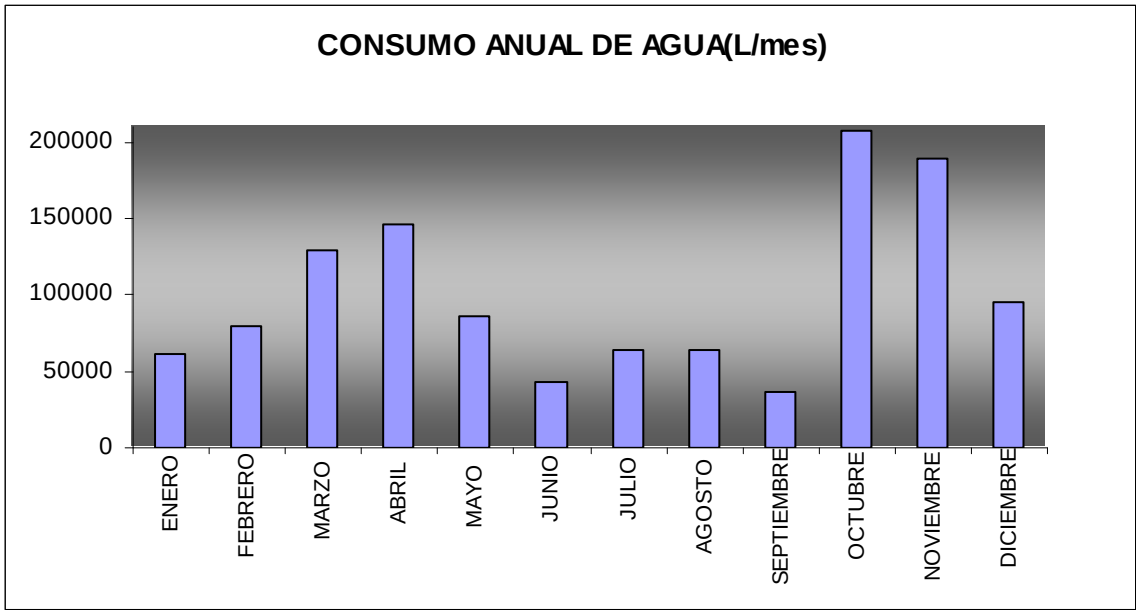
1. Área de colectores.
   1.1 Demanda energética instalación ACS.
   1.2 Demanda energética piscina.
2. Distancia entre filas de colectores.
3. Cálculo de la temperatura estática del captador.
4. Volumen de acumulación.
5. Diseño del intercambiador.
6. Dimensionamiento de las conducciones.
7. Potencia de las bombas de circulación.
8. Volumen vaso de expansión.
9. Espesor del aislante en conducciones.
10. Potencia necesaria para aerotermos.

1. Área colectores.

1.1 Demanda energética instalación ACS.

Para el cálculo del área total de colectores necesaria para cubrir las necesidades energéticas de la instalación que nos ocupa lo primero que tendremos que hacer es calcular su demanda energética (*Tabla1*), para ello partiremos de los datos suministrados por el personal encargado de la misma con el incremento del 5% como previsión.

Mes	Consumo (L/mes)
Enero	61863
Febrero	80106
Marzo	128800
Abril	146431
Mayo	86581
Junio	43138
Julio	64094
Agosto	64094
Septiembre	35931
Octubre	207681
Noviembre	189569
Diciembre	95113



Según se desprende de la representación, se puede afirmar que la instalación tiene un puro uso estacional, es en verano cuando menos consumo hay debido a la falta de actividades en el polideportivo, que sí se realizan durante el resto del año.

Los datos de Tª de agua de red han sido tomados de la tabla según norma UNE 94002 que se adjunta en *el apartado 3.3 Datos de partida de la Memoria Descriptiva.*

El salto térmico ha sido calculado como la diferencia entre la temperatura de uso del ACS según IDAE y la norma UNE 94002 y la temperatura del agua de la red de la tabla anterior.

La necesidad energética mensual por tanto será calculada con los datos obtenidos hasta ahora de la siguiente manera:

Demanda ACS = C_p agua * Salto térmico * Consumo

Mes	Días mes	Consumo mensual (L)	Consumo mensual (m3)	Tª agua red (ºC)	Salto térmico	Necesidad energética mensual (MJ)	Necesidad energética diaria (MJ)
ENERO	31	61863	61,86	12	33	8541,55	275,53
FEBRERO	28	80106	80,11	12	33	11060,40	395,01
MARZO	31	128800	128,80	13	32	17244,77	556,28
ABRIL	30	146431	146,43	14	31	18992,69	633,09
MAYO	31	86581	86,58	16	29	10505,39	338,88
JUNIO	30	43138	43,14	18	27	4873,21	162,44
JULIO	31	64094	64,09	19	26	6972,40	224,92
AGOSTO	31	64094	64,09	20	25	6704,23	216,27
SEPTIEMBRE	30	35931	35,93	19	26	3908,72	130,29
OCTUBRE	31	207681	207,68	17	28	24330,24	784,85
NOVIEMBRE	30	189569	189,57	14	31	24587,86	819,60
DICIEMBRE	31	95113	95,11	12	33	13132,44	423,63

Tabla1. Cálculo de la necesidad energética de la instalación de ACS.

1.2 Demanda energética piscina.

Para el cálculo de la necesidad energética de la piscina cubierta el procedimiento es distinto: deben calcularse los diferentes términos que componen la energía total necesaria para mantener las condiciones de confort en época fría de una piscina cubierta.

También se aclararan los conceptos que aparecen aplicándolos al caso concreto de la piscina cuyas características se exponen a continuación:

Temperatura ambiente (ºC)	27,5
Humedad absoluta aire saturado a Tagua (Kg agua/Kg aire)	0,02
Humedad absoluta aire ambiente en local piscina (Kg agua/Kg aire)	0,015
Humedad relativa (%)	60
Temperatura del agua (ºC)	25
Dimensiones de la piscina (m x m x m)	25 x 12,5 x 1,5
Superficie del agua (m^2)	312,5
Volumen del agua (L)	600000
Periodo de utilización (h/día)	20
Volumen renovación piscina (m^3/día)	15
Velocidad aire (m/s), como es cubierta	0
Coeficiente de transmisión de muros y solera (Kcal/m^2.hºC)	1,14
Superficie cerramientos terreno (m^2)	93,75
Temperatura terrero (ºC)	10
Temperatura galería (ºC)	19
Superficie cerramientos galería (m^2)	18,75

Tanto los criterios como las variables a considerar para el cálculo de estas perdidas, son numerosas, se tendrán en cuenta todas aquellas que tienen considerable influencia en el valor final, exponiéndose en fórmulas cuya utilidad ha sido ya comprobada en múltiples experiencias y a través de variables de fácil calculo, recogiendo en constantes de cálculo, todos aquellos valores posibles.

Los factores que se utilizarán para determinar las pérdidas de calor en el vaso serán:

- Temperatura del agua.
- Temperatura del aire ambiente.
- Temperatura de cerramientos.
- Humedad del aire ambiente.

El mantenimiento de valores establecidos para estas variables da lugar a diversas pérdidas:

1. Pérdidas por evaporación,
2. Pérdidas por radiación,
3. Pérdidas por convección,
4. Pérdidas por renovación del agua,
5. Pérdidas por conducción.

1. Pérdidas por evaporación,

El agua se evapora mientras la presión de vapor en su superficie es mayor que la presión parcial de vapor de agua en el aire ambiente. Cuando esas dos presiones se igualan, se llega al estado de saturación. Antes de llegar a este punto, parte del agua pasa al aire en forma de vapor.

El intercambio térmico por evaporación entre el agua de la piscina y el aire ambiente es consecuencia de este intercambio de masas. El agua que se evapora toma la energía necesaria del agua que queda en la piscina, con lo cual, ésta se enfría.

La pérdida de calor depende de:

a) Velocidad del viento.
b) Contenido de humedad del aire ambiente.
c) Presión de vapor del agua.

El primero de estos términos, sólo tiene influencia significativa en piscinas descubiertas, ya que en las cubiertas, las corrientes de aire son muy débiles.

La cantidad de agua evaporada en una hora se determina con la expresión:

$$Q_{ev} = W * 540$$

540 Kcal/Kg es el calor de vaporización del agua.

Donde W se calcula:

$$W = (25 + 19\ v) * S *(x-x´)$$

Donde:

W = agua evaporada (Kg/h).

v = velocidad del aire (m/s).

S =superficie de la piscina (m^2).

x = humedad absoluta del aire saturado a la Tº del agua.

x´ = humedad absoluta del aire ambiente del local de la piscina.

El efecto de la velocidad del viento lo hemos despreciado, sin embargo puede ser determinante en piscinas al aire libre para velocidades del viento superiores a 7 Km/h.

2. Pérdidas por radiación.

El agua de piscina experimenta un intercambio de calor en forma de energía radiante con las superficies que la rodean. Estos intercambios vienen regidos por la formula de Stefan-Boltzmann:

$$q_r = \varepsilon * \sigma * (T_{agua}{}^4 - T_{ev}{}^4)$$

Donde:

q_r = Calor de radiación (W/m^2).

ε = 0,95 (Emisividad del agua).

$\sigma = 5{,}67*10^{-8}$ (Cte Stefan-Boltzmann).

T_{agua} =Temperatura del agua (ºC).

T_{ev} = Temperatura de la superficie envolvente (ºC).

Si se tratase de piscinas al aire libre, estas pérdidas representan un factor importante en la definición de la demanda térmica, sobre todo, durante la noche.

En el caso de la piscina cubierta del caso que nos ocupa, puede dejar de considerarse por su poca relevancia frente a las pérdidas totales.

3. Pérdidas por convección.

El intercambio de calor por convección se produce como consecuencia de la diferencia de temperatura entre el agua y el aire. Es proporcional a dicha diferencia de temperatura y depende de un coeficiente de convección H_c según la expresión:

$$q_c = H_c * (T_{agua} - T_{aire})$$

Donde:

q_c= calor de convección (W/m^2).

H_c = coeficiente de convección (W/m^2 ºC).

En el caso de la piscina cubierta del caso que nos ocupa, puede dejar de considerarse por su poca relevancia frente a las pérdidas totales.

4. Pérdidas por renovación del agua.

Las pérdidas de agua en el vaso de la piscina son debidas a:

- Evaporación,
- Agua perdida en limpia fondo,
- Agua utilizada para limpieza del filtro.

Es necesario además, imponer una renovación periódica del agua del vaso. Si los cuatro tipos de pérdidas expresadas no alcanzan la renovación diaria entre 1/40 y 1/50 del volumen total de agua de piscina, se forzarán las perdidas hasta llegar al menos a este volumen.

Este agua de renovación diaria es necesario calentarla desde la temperatura de suministro hasta la temperatura del agua del vaso lo que impone un gasto energético que vale:

$$Q_{re}=V_{re} * d * C_p * (T_{agua}-T_{red})$$

Donde:

Q_{re} = calor para renovación de agua (W* h/día).
V_{re} = volumen renovación piscina (m^3/día).
d = densidad del agua (Kg/m^3).
C_p = calor especifico del agua (W*h/KgºC).
T_{agua} = temperatura agua piscina (ºC).
T_{red} = temperatura agua red (ºC).

En el caso de la piscina de la instalación que nos ocupa, se fija una renovación diaria de 1/40 del volumen total existente en el vaso de piscina.

$$V_{re}= 600/40 =15\ m^3/día$$

5. Pérdidas por conducción

Las pérdidas por conducción son debidas al flujo de calor que se establece desde el vaso de la piscina en dirección a regiones más frías del exterior a través de sus cerramientos.

Las pérdidas por conducción se calculan mediante la expresión:

$$Q_{cond} = K * S_{terr} *(T_{agua}-T_{terr})+K * S_{gal} *(T_{agua}-T_{gal})$$

Donde:

Q_{cond} = calor necesario para evitar perdidas por conducción (Kcal/h).
K = coeficiente transferencia calor de las paredes del vaso (Kcal/m^2hºC).
S_{terr} = superficie cerramientos terreno (m^2).
T_{agua} = temperatura agua piscina (ºC).
T_{terr} = temperatura terreno (ºC).
T_{gal} = temperatura galería (ºC).

K depende de la composición de los cerramientos, en este caso se trata de una capa de hormigón y otra de gres, *en el apartado 3. Cálculo de K de cerramientos en Anexos*.

Las temperaturas del terreno y de la galería serán función de la forma constructiva del vaso, según esté totalmente enterrado, es decir, en contacto con el terreno o disponga de galerías o zonas de servicio. Para cada caso especifico, tendrá valores diferentes.

Para evaluar las pérdidas de calor a través de las paredes y la solera del vaso de la piscina, se deben conocer las superficies de las tres paredes en contacto con el terreno y la del lateral en contacto con la galería de servicio.

Como aparece en los datos de partida:

S_{terr} = 93,75 m^2 S_{gal} = 18,75 m^2

Los valores de la temperatura en la galería y en el suelo, varían a lo largo del día y del año, por lo que es necesario fijar unos valores de cálculo en función de los datos existentes para la zona donde se situé la piscina: fijamos la temperatura de la galería en 19ºC y la del terreno en 10ºC. (*Ver apartado 3. Cálculo K cerramientos en Anexos*).

MES	T red (ºC)	PÉRDIDAS POR EVAPORAC, Qev (Kcal/h)	PÉRDIDAS POR REPOSIC AGUA, Qre (Kcal/h)	PÉRDIDAS POR CONDUCC, Q (Kcal/h)	Potencia demandada TOTAL (Kcal/h)	Horas mes	Energía total demandada (Kcal)	Energía total demandada (MJ)
E	12	21093,75	8143,2	1727,19	30964,14	620	1,92E+07	8,02E+04
F	12	21093,75	8143,2	1727,19	30964,14	560	1,73E+07	7,25E+04
M	13	21093,75	7516,8	1727,19	30337,74	620	1,88E+07	7,86E+04
A	14	21093,75	6890,4	1727,19	29711,34	600	1,78E+07	7,45E+04
M	16	21093,75	5637,6	1727,19	28458,54	620	1,76E+07	7,38E+04
J	18	21093,75	4384,8	1727,19	27205,74	600	1,63E+07	6,82E+04
J	19	21093,75	3758,4	1727,19	26579,34	620	1,65E+07	6,89E+04
A	20	21093,75	3132	1727,19	25952,94	620	1,61E+07	6,73E+04
S	19	21093,75	3758,4	1727,19	26579,34	600	1,59E+07	6,67E+04
O	17	21093,75	5011,2	1727,19	27832,14	620	1,73E+07	7,21E+04
N	14	21093,75	6890,4	1727,19	29711,34	600	1,78E+07	7,45E+04
D	12	21093,75	8143,2	1727,19	30964,14	620	1,92E+07	8,02E+04
		253125	**71409,6**	**20726,27**	**345260,87**			**8,78E+05**

MES	Necesidad energética mensual ACS (MJ)	Necesidad energética mensual de la PISCINA (MJ)	SUMA NECESIDADES ENERGÉTICAS (MJ)
E	8541,55	81157,77	89699,32
F	11060,40	73303,80	84364,19
M	17244,77	79534,39	96779,17
A	18992,69	75397,76	94390,44
M	10505,39	74664,26	85169,65
J	4873,21	69113,71	73986,93
J	6972,40	69794,13	76766,53
A	6704,23	68170,75	74874,98
S	3908,72	67542,70	71451,42
O	24330,24	73040,88	97371,13
N	24587,86	75397,76	99985,62
D	13132,44	81157,77	94290,22
	150853,91	**888275,68**	**1039129,59**

En la *Tabla 2* se calcula la energía neta disponible al mes por m^2, ello dependerá de nuestra situación geográfica, del tipo de colector elegido y de la inclinación de los mismos.

Los datos que han sido necesarios se tomaron de las tablas adjuntas en *el apartado 3.3 datos de partida de la Memoria Descriptiva.*

En este caso elegimos un captador solar de cubierta simple, cuya ecuación de rendimiento se adjunta en su correspondiente ficha técnica en *el apartado 1. Ficha técnica captador solar en Anexos.*

La energía neta disponible al día depende enormemente de las pérdidas a lo largo de las conducciones y en el depósito de acumulación, suponemos un coeficiente global de pérdidas del 6%.

MES	Energía sobre superficie horizontal ,H, en un día medio de cada mes (MJ/m^2)	Factor k para inclinación de 45º y latitud 36	Energía corregida sobre superficie inclinada ,H, en un día medio de cada mes (MJ/m^2)	Energía neta incidente ,E, (J/m^2)	Nº de horas de sol útiles al día	Intensidad neta incidente ,I, (W/m^2)
E	8,1	1,34	10,85	1,09E+07	8,0	376,88
F	11,5	1,23	14,14	1,41E+07	9,0	436,57
M	15,7	1,1	17,27	1,73E+07	9,0	533,02
A	18,5	0,97	17,94	1,79E+07	9,5	524,71
M	22,2	0,87	19,31	1,93E+07	9,5	564,74
J	23,8	0,84	19,99	2,00E+07	9,5	584,56
J	25,9	0,87	22,53	2,25E+07	9,5	658,86
A	23	0,98	22,54	2,25E+07	9,5	659,06
S	18,1	1,14	20,63	2,06E+07	9,0	636,85
O	14,2	1,32	18,74	1,87E+07	9,0	578,52
N	10	1,44	14,4	1,44E+07	8,0	500,00
D	7,4	1,43	10,58	1,06E+07	7,5	391,93

MES	Tª amb (ºC)	Rendimiento colector solar plano (%)	Aportación solar real (MJ/m^2)	Energía neta disponible al día (MJ/m^2)	Energía neta disponible al mes (MJ/m^2)
E	13	0,23	3,40	3,20	99,12
F	15	0,33	5,70	5,36	150,03
M	17	0,42	8,05	7,57	234,60
A	19	0,44	7,60	7,14	214,25
M	21	0,48	8,00	7,52	233,18
J	24	0,51	8,57	8,05	241,60
J	27	0,56	10,98	10,32	319,89
A	27	0,56	12,37	11,63	360,49
S	25	0,54	12,66	11,90	357,00
O	22	0,49	12,15	11,42	354,14
N	18	0,41	8,52	8,01	240,32
D	15	0,28	4,21	3,96	122,70
	20,25			**76,13**	**2927,33**

Tabla2 . Energía neta disponible al mes por m^2

Recordando el objetivo de este apartado, que es el cálculo de la superficie de colectores, se realiza de la siguiente forma:

m^2 colectores = (Necesidad energética total / Energía total disponible)

$$m^2 \text{ colectores} = 1039129{,}59 / 2927{,}33 = 354{,}97 \ m^2$$

Pero, según consta en el Documento Básico HE Ahorro de Energía, al encontrarse la instalación en la zona climática IV y ser la demanda total de ACS del edificio de unos 270 L/día, la cobertura solar mínima ha de ser del 60 % de la que se requiera, el mismo porcentaje que para piscinas cubiertas en esa misma zona climática. Por lo tanto los m^2 de colectores quedaran:

m^2 colectores = 0,60 * 354,97 = **212,9 m^2**

Según consta en la normativa citada más arriba, *en el punto 4 del apartado 2.1 contribución solar mínima,* en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 %, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

a) Dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario);

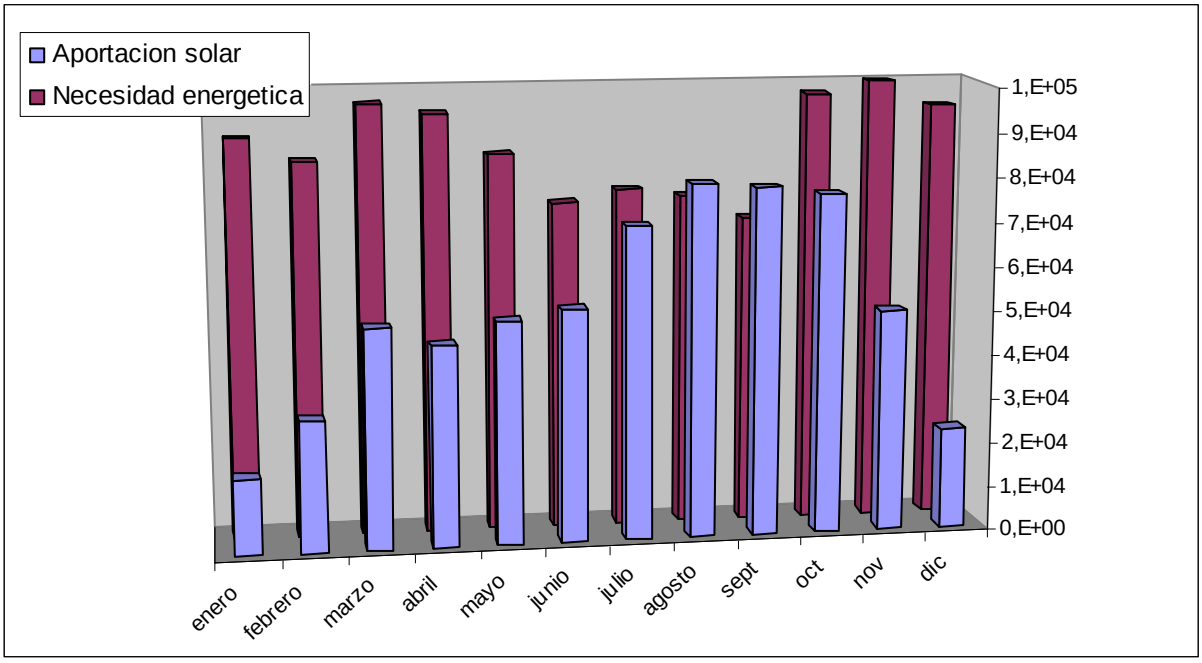
b) Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador);

c) Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento;

d) Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes, como es el caso que nos ocupa que el calor excedente será desviado a una batería de aerotermos evacuadores.

Mes	CONTRIBUCIÓN SOLAR %
ENERO	19,11
FEBRERO	35,09
MARZO	51,30
ABRIL	48,11
MAYO	59,03
JUNIO	71,07
JULIO	92,19
AGOSTO	106,52
SEPTIEMBRE	109,96
OCTUBRE	78,82
NOVIEMBRE	50,28
DICIEMBRE	24,09

Apoyándonos en la normativa nuevamente, según consta en el *punto 5 del apartado 2.1 contribución solar mínima,* si se decide optar por la solución b) dentro del mantenimiento deben programarse las operaciones a realizar consistentes en el vaciado parcial o tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas operaciones se realizarán una antes y otra después de cada periodo de sobreproducción energética. No obstante se recomiendan estas soluciones sólo en el caso que el edificio tenga un servicio de mantenimiento continuo.

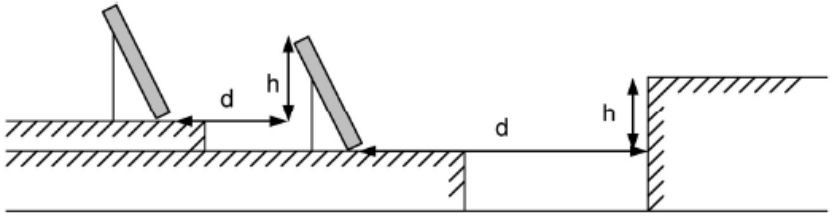


2. Distancia entre filas de colectores.

Según consta en la normativa vigente, instrucción técnica complementaria ITE 10 para instalaciones específicas, la separación entre filas de colectores será igual o mayor que el valor obtenido mediante la siguiente expresión:

$$d = k * h$$

Método según Duffie y Beckman:



Donde:

d es la separación entre filas,

k es el coeficiente de separación entre filas de colectores,

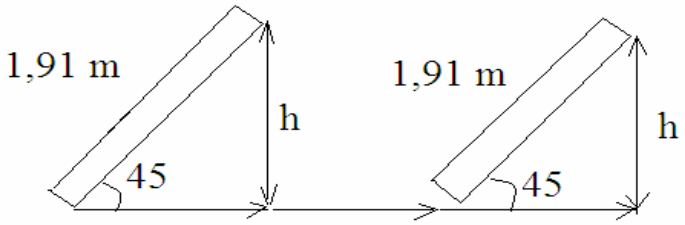
h es la altura del colector.

En este caso dicho coeficiente será:

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Extrapolando:

Latitud	**29º**	**36º**	**37º**
K	**1,6**	**2,165**	**2,246**



cos 45= h / 1,91

h= 1,35 m

$$d = 2{,}165 * 1{,}35 = 2{,}92 \text{ m}$$

Finalmente mantendremos una distancia de **3 m** entre filas de captadores, que es mayor que la en principio se obtuvo.

La distancia comprendida entre la primera fila de captadores y el obstáculo mas cercano se calcula de la siguiente manera:

$$d = 1{,}732 \times h$$

Donde h es la altura del obstáculo.

En este caso, no ha lugar a evaluar dichas pérdidas ya que se trata se una superficie abierta sin nada que pueda obstruirla haciéndole sombras y tampoco hay prevista la construcción de nada a su alrededor.

3. Cálculo de la Temperatura estática del captador.

Utilizando la curva de rendimiento del captador que nos proporciona el fabricante.

Ecuación de rendimiento según norma EN 12975:
$\eta = 0.761 - 4{,}73Tm^{*}-0.0499\ G\ Tm^{*2}, Tm^{*}=(tm-ta)/G$

Se trata de evaluar el caso más desfavorable, para calcular la T máxima.

Para establecer la temperatura máxima que puede el alcanzar el captador se supone que el rendimiento de éste es cero ya que en esta condición la energía que recibe el captador es la misma que este disipa.

$0 = 0{,}761 – 4{,}73(T\ máx-27)/763{,}64 – 0{,}0499\ ((T\ máx-27)/763{,}64)^2$

Obteniéndose.

T máx = 147,75ºC

Luego, en el circuito primario la temperatura de diseño será

T diseño = 20ºC + T operación
T diseño = 20 + 147,75 = 167,75ºC

Que será 20ºC superior a la máxima temperatura de operación y la presión máxima de operación será de 3.4 Kg. /cm^2 según RITE y el CTE *(Código Técnico de la Edificación)* por lo que la presión de diseño será 5 Kg/$cm^{2.}$

En el circuito secundario se tomará como presión de operación 10 Kg/cm^2 y como presión de diseño 12 Kg/cm^2 así como temperatura de operación 100ºC y como Temperatura de diseño 150ºC.

4. Volumen de acumulación.

Según la normativa vigente, el volumen del depósito de acumulación solar ha de ser tal que se cumpla:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Donde:

- **A** es la suma de las áreas de los captadores en m² para cubrir la necesidad energética de ACS = 30,91 m^2; la necesidad energética en MJ para el uso de agua caliente sanitaria es de 150853,91 y la energía neta incidente es de 2927,33 MJ/m^2.

Si dividimos lo uno entre lo otro obtenemos el área de captadores necesaria para una cobertura total de la necesidad de agua caliente sanitaria, pero según la norma sólo se debe cubrir el 60%, por lo que el área de captadores necesaria será 30,91 m^2.

- V es el volumen del depósito de acumulación solar en Litros.

Extrapolando el cálculo a la instalación que nos ocupa, el volumen de acumulación debe estar comprendido entre 5566 y 1546 Litros.

Ya que la el polideportivo cuenta con dos acumuladores en serie de 2000 L cada uno, es lógico optar por un volumen de acumulación de **4000 L.**

5. Diseño del intercambiador de calor.

Lo primero a diseñar, en este caso a elegir, es el tipo de fluido caloportador que se utilizará en el circuito primario; siguiendo la normativa y la experiencia en otras instalaciones similares, se opta por mezcla de agua con refrigerante del tipo etilenglicol o propilenglicol.

Haciendo uso de la correspondiente gráfica y sabiendo cual es la temperatura que no podemos sobrepasar (5ºC menos qua la temperatura mínima histórica), es decir, -7ºC, sabremos la composición en % de nuestro fluido calopotador en cuestión. *Ver apartado 5. Cálculo fluido caloportador en Anexos.*

Podemos usar una mezcla 16% etilenglicol- 84% agua desmineralizada o bien 19% propilenglicol- 81% agua desmineralizada.

Según consta en el Texto Refundido de las Especificaciones Técnicas de diseño y montaje de Instalaciones Solares Térmicas para producción de agua caliente y sus modificaciones de aplicación en el programa Prosol. En instalaciones con intercambiador independiente se especificará la potencia y la efectividad del equipo que sea necesario ubicar en la instalación.

- La forma de conocer **la potencia** del mismo es con la siguiente consideración:

$$P \geq 500\ S$$

Donde P es la potencia del intercambiador en W y S es la superficie de captadores en m^2.

$$\mathbf{P \geq 500 * 212{,}99 = 107000\ W = 107\ KW}$$

- **La efectividad** de un intercambiador se define como:

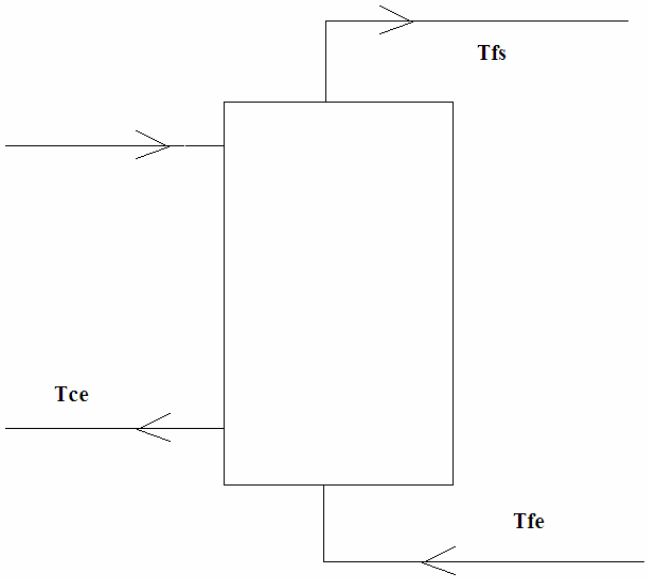
$$\mu = \frac{T_{fs} - T_{fe}}{T_{ce} - T_{fe}}$$

Siendo:

T_{fs} = Temperatura salida del cambiador del circuito secundario.

T_{fe} = Temperatura entrada al cambiador del circuito secundario.

T_{ce} = Temperatura entrada al cambiador del circuito primario.



Como no se conoce la Tce, se elige una efectividad con la que se trabaje en buenas condiciones, y así calcular la Tce.

En el caso que nos ocupa:

T_{fs} =70ºC.

T_{fe} =45ºC.

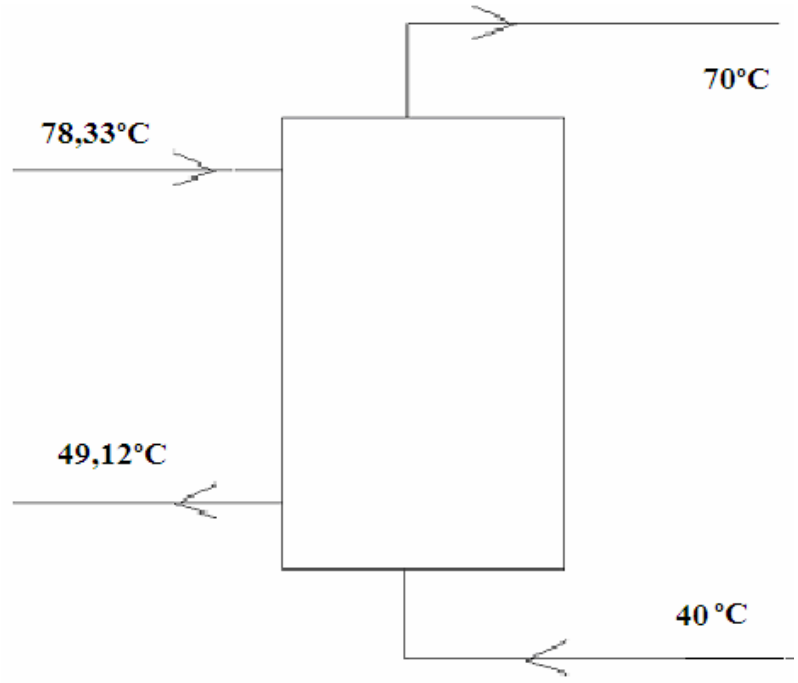
$\mu = 0,75$

Por lo que haciendo uso de la expresión de la efectividad podremos calcular la temperatura entrada al cambiador del circuito primario, que en este caso resulta ser de 78,33ºC.

Basándonos en lo que consta en el texto refundido de las especificaciones técnicas del IDAE, en cuanto a la elección del caudal de los circuitos primario y secundario, se debe tener en cuenta que el caudal del secundario siempre debe ser menor al del primario en un rango diferencial del 10%, como éste último viene impuesto por el fabricante 55 L/h.m^2 (11714,45 L/h) , el caudal del secundario lo fijaremos un 6,1 % por debajo, esto es, a 11000 L/h..

Por lo tanto para completar el diseño del intercambiador, el próximo paso seria calcular el salto térmico que en él se produce cuando entran en contacto la corriente caliente de fluido caloportador ,que viene del campo de colectores solares, con la corriente fría de agua de consumo que viene del primer depósito de acumulación de agua.

El salto térmico quedaría así:



Los cálculos paso a paso constan en *el apartado 6. Cálculo del salto térmico en el intercambiador en Anexos.*

En cuanto a restricciones normativas en lo que al salto térmico se refiere, es necesario que en el intercambiador independiente de nuestro sistema de calentamiento de agua, para una temperatura de diseño de entrada de primario de 50ºC la temperatura de salida de secundario debe ser siempre mayor de 45ºC, esto se comprueba en *el apartado 6. Cálculo del salto térmico en el intercambiador en Anexos.*

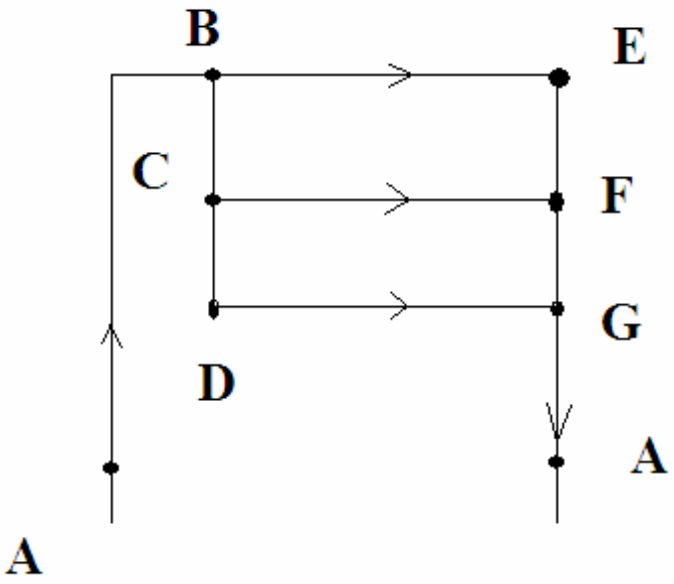
.

6. Dimensionamiento de las conducciones.

- ***Dimensionado del circuito de tuberías del primario correspondiente a los tramos exteriores:***

El caudal recomendado en el circuito primario por el fabricante de los colectores es de entre 50 y 70 litros hora por colector, por lo que tomaremos como referencia el valor 55 L/h·colector.

Como cabe esperar, el caudal dependiendo del tramo en que nos encontremos, variará en los siguientes términos:



- Para los tramos AB y GA tendremos un caudal de 2277 L / h (18 colectores*55 L/h·m^2* 2,3 m^2 colector).

- Para los tramos BC y FG tendremos un caudal de 1518 L / h (12 colectores*55 L/h·m^2* 2,3 m^2 colector).

- Para los tramos CD y EF tendremos un caudal de 759 L / h (6 colectores*55 L/h·m^2* 2,3 m^2 colector).

Para la elección del diámetro interior de la tubería se tiene en cuenta la pérdida de carga por metro de tubo, que según el RITE debe ser como máximo de 40 mm.c.a., y el caudal circulante; con estas dos entradas seleccionamos el diámetro interior en *el gráfico del apartado 9. Pérdidas por rozamiento en tuberías en Anexos.*

Calculamos el diámetro interno para tres tramos de tubería ya que en el flujo del fluido se producen dos bifurcaciones, del tal forma que si deseamos mantener constantes las pérdidas de carga tendremos que variar el diámetro de las tuberías.

Con los datos de diámetros interiores obtenidos hasta ahora y con base en la tabla, que recoge las características de los tubos de cobre recocidos comprendidos en la norma UNE 37.141-76(*ver apartado 10. Características tubos de cobre en Anexos*) obtendremos los espesores de las mismas.

Por lo tanto nuestro sistema de tuberías quedaría diseñado de la siguiente forma:

- Para los tramos AB y GA, el diámetro interior que resulta es de 30 mm, comercialmente 32 mm, que correspondería según la UNE 37.141-76 a una tubería de diámetro exterior de 35 mm y espesor de 1,5 mm.

- Para los tramos BC y FG, el diámetro interior que resulta es de 25 mm, que correspondería según la UNE 37.141-76 a una tubería de diámetro exterior de 28 mm y espesor de 1,5 mm.

- Para los tramos CD y EF, el diámetro interior que resulta es de 20 mm, que correspondería según la UNE 37.141-76 a una tubería de diámetro exterior de 22 mm y espesor de 1 mm.

A modo de resumen:

TRAMO	CAUDAL(m^3/h)	DIÁMETRO INTERNO (mm)	DIÁMETRO EXTERNO (mm)	ESPESOR (mm)
AB=GA	2,28	32	35	1,5
BC=FG	1,52	25	28	1,5
CD=EF	0,76	20	22	1

Todos los cálculos son aplicables a las otras cuatro baterías de captadores, ya que el caudal circulante por cada una de las tuberías es el mismo, aunque la longitud de las tuberías será distinta, ya que la segunda batería estará mas alejada del inicio de la tubería y la tercera aún más alejada, etc..;pero el hecho de que la longitud sea mayor o menor no influye al cálculo y dimensionado de las conducciones sino al de la potencia de las bombas, ya que deberán ser de mayor potencia aquellas que tengan que impulsar el fluido a una mayor distancia.

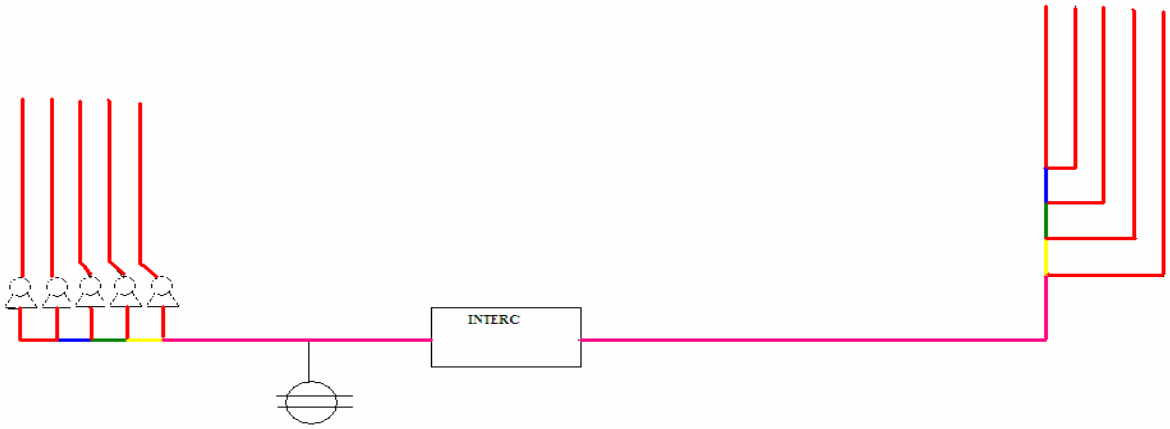
En cuanto a las longitudes (en metros) de cada tramo en cada una de las baterías de captadores:

Tramo	**GA=AB**	**BC=FG**	**CD=EF**
Batería			
1	50	8,7	8,7
2	76,7	8,9	8,9
3	103,4	9,1	9,1
4	130,1	9,3	9,3
5	156,8	9,5	9,5

- ***Dimensionado del circuito de tuberías del primario correspondiente a los tramos interiores.***

La particularidad de esta zona de la instalación es que de la zona exterior(de la azotea) vienen cinco tuberías(salidas de cada una de las baterías de 18 colectores) y van cinco tuberías (alimentación de cada una de las baterías de 18 colectores), y tienen que salir y entrar todas en un sólo aparato con una sola entrada; se propone unificar por tramos dos a dos las tuberías, teniendo en cuenta que ya los caudales de circulación por línea se irán sumando y por lo tanto el dimensionamiento deberá ser distinto.

Esquema de la instalación de tuberías del primario en el interior del edificio:



Requisitos de cada zona según las mismas restricciones usadas para dimensionar las tuberías del primario exteriores:

Zona	Caudal (L/h)	Diámetro int (mm)	Diámetro ext (mm)	Espesor (mm)
Zona roja	2277	32	35	1,5
Zona azul	4554	39	42	1,5
Zona verde	6831	51	54	1,5
Zona amarilla	9108	51	54	1,5

Zona rosa	11385	60	63	1,5

- ***Dimensionado del circuito de tuberías del secundario.***

Recordando las restricciones del fabricante tanto del colector solar como del intercambiador de placas, el caudal del circuito secundario debía ser menor al del primario hasta en un 10%, en nuestro caso se fijó a 11000 L/h.

En base a este caudal se realizarán las estimaciones para el dimensionamiento de red de tuberías del circuito secundario y de las bombas de impulsión correspondientes.

Para la elección del diámetro interior de la tubería se tiene en cuenta la pérdida de carga por metro lineal de tubo, que según el RITE debe ser como máximo de 40 mm.c.a., y además se conoce el caudal circulante; con estas dos entradas seleccionamos el diámetro interior en *el gráfico del apartado 9. Pérdidas por rozamiento en tuberías en Anexos.*

Por lo tanto nuestro sistema de tuberías quedaría diseñado de la siguiente forma:

Longitud = 500 m
Diámetro interior = 60 mm
Diámetro exterior = 63 mm
Espesor = 1,5 mm

7. Potencia de las bombas de circulación.

Al igual que en el apartado anterior diferenciaremos en el dimensionado de las bombas entre el circuito primario y el secundario.

- ***Dimensionamiento de la bomba de la primera batería de captadores del circuito primario.***

Potencia $= \Delta P + \Delta v + \Delta z + Hf$

$\Delta P = 0$

$\Delta v = 0$

$\Delta z = 10\ m$

$Hf = \sum Hf$ *de las tuberías y accesorios*

En la siguiente tabla se muestra las pérdidas de carga (en mm.c.a por metro de tubería) para las distintas tuberías que forman parte de esta sección de la instalación, se obtienen con la gráfica *del apartado 9. Pérdidas por rozamiento en tuberías en Anexos* en función de los caudales que circulan por ellas y de su diámetro exterior.

		Caudal(m^3/h)		
		2,28	**1,52**	**0,76**
Diámetro interior (mm)	**32**	35		
	25		35	
	20			32

El siguiente paso seria calcular la pérdida de carga total en tuberías:

Hf = 35mm.c.a /m*50m + 35mm.c.a/m*8,7m+ 32mm.c.a*8,7m= 2,33m.c.a

Suponemos un 50% más de pérdidas por accesorios:

Hf = 2,33m.c.a.*1,5 = 3,5m.c.a

Las pérdidas en la batería de captadores serán (según ficha fabricante):

Hf = 15mm.c.a /captador * 18 captadores = 0,27m.c.a

Hf TOTAL = 3,5m.c.a + 0,27m.c.a = 3,77m.c.a

Potencia = $\Delta P + \Delta v + \Delta z + Hf$

Potencia = 10 m

Potencia hidráulica = $(Q \cdot h \cdot \rho) * 9{,}81$

Q = 2277 L/h

h = 10 m

ρ = 1,026 Kg/L

Potencia hidráulica = 63,7 W

- ***Dimensionamiento de la bomba de la segunda batería de captadores del circuito primario.***

Guiándonos de las pérdidas de carga en conducciones tabuladas en el apartado anterior, el siguiente paso sería calcular la pérdida de carga total en tuberías:

Hf = 35mm.c.a /m*76,7m + 35mm.c.a/m*8,9m+ 32mm.c.a*8,9m= 3,3m.c.a

Suponemos un 50% más de pérdidas por accesorios:
Hf = 3,3m.c.a.*1,5 = 4,95m.c.a

Las pérdidas en la batería de captadores serán (según ficha fabricante):
Hf = 15mm.c.a /captador * 18 captadores = 0,27m.c.a

Hf TOTAL = 4,95m.c.a + 0,27m.c.a = 5,22m.c.a

Potencia = $\Delta P + \Delta v + \Delta z + Hf$
Potencia = 10 m.

Potencia hidráulica = $(Q \cdot h \cdot \rho) * 9{,}81$
Q = 2277 L/h
h = 10 m
ρ = 1,026 Kg/L

Potencia hidráulica = 63,7 W

- ***Dimensionamiento de la bomba de la tercera batería de captadores del circuito primario.***

Guiándonos de las pérdidas de carga en conducciones tabuladas en el apartado anterior, el siguiente paso sería calcular la pérdida de carga total en tuberías:

Hf = 35mm.c.a /m*103,4m + 35mm.c.a/m*9,1m+ 32mm.c.a*9,1m= 4,22m.c.a

Suponemos un 50% más de pérdidas por accesorios:
Hf = 4,22m.c.a.*1,5 = 6,33m.c.a

Las pérdidas en la batería de captadores serán (según ficha fabricante):
Hf = 15mm.c.a /captador * 18 captadores = 0,27m.c.a

Hf TOTAL = 6,33m.c.a + 0,27m.c.a = 6,6m.c.a

Potencia = $\Delta P + \Delta v + \Delta z + Hf$
Potencia = 10 m .

Potencia hidráulica = $(Q \cdot h \cdot \rho) * 9{,}81$
Q = 2277 L/h
h = 10 m
ρ = 1,026 Kg/L

Potencia hidráulica = 63,7 W

- ***Dimensionamiento de la bomba de la cuarta batería de captadores del circuito primario.***

Guiándonos de las pérdidas de carga en conducciones tabuladas en el apartado anterior, el siguiente paso sería calcular la pérdida de carga total en tuberías:

Hf = 35mm.c.a /m*130,1m + 35mm.c.a/m*9,3m+ 32mm.c.a*9,3m= 5,17m.c.a

Suponemos un 50% más de pérdidas por accesorios:
Hf = 5,17m.c.a.*1,5 = 7,755m.c.a

Las pérdidas en la batería de captadores serán (según ficha fabricante):
Hf = 15mm.c.a /captador * 18 captadores = 0,27m.c.a

Hf TOTAL = 7,755m.c.a + 0,27m.c.a = 8,025m.c.a

Potencia = $\Delta P + \Delta v + \Delta z + Hf$
Potencia = 10 m.

Potencia hidráulica = $(Q \cdot h \cdot \rho) * 9{,}81$
Q = 2277 L/h
h = 10 m
ρ = 1,026 Kg/L

Potencia hidráulica = 63,7 W

- ***Dimensionamiento de la bomba de la quinta batería de captadores del circuito primario.***

Guiándonos de las pérdidas de carga en conducciones tabuladas en el apartado anterior, el siguiente paso sería calcular la pérdida de carga total en tuberías:

Hf = 35mm.c.a /m*156,8m + 35mm.c.a/m*9,5m+ 32mm.c.a*9,5m= 6,13m.c.a

Suponemos un 50% más de pérdidas por accesorios:
Hf = 6,13m.c.a.*1,5 = 9,2m.c.a

Las pérdidas en la batería de captadores serán (según ficha fabricante):
Hf = 15mm.c.a /captador * 18 captadores = 0,27m.c.a

Hf TOTAL = 9,2m.c.a + 0,27m.c.a = 9,47m.c.a

Potencia = $\Delta P + \Delta v + \Delta z + Hf$
Potencia = 10 m.

Potencia hidráulica = $(Q \cdot h \cdot \rho) * 9{,}81$
Q = 2277 L/h
h = 10 m
ρ = 1,026 Kg/L

Potencia hidráulica = 63,7 W

- ***Dimensionamiento de la bomba del circuito secundario.***

Guiándonos de las pérdidas de carga en conducciones graficadas en el apartado de Anexos, el siguiente paso seria calcular la pérdida de carga total en tuberías:

Hf = 20 mm.c.a /m*500m = 10 m.c.a

Suponemos un 50% más de pérdidas por accesorios:
Hf = 10 m.c.a.*1,5 = 15 m.c.a

Las pérdidas en el intercambiador de calor y en los dos depósitos de acumulación se estiman que sean en total 1,2 m.c.a.

***Hf* TOTAL** = 15 m.c.a + 1,2 m.c.a = 17,2 m.c.a

***Potencia* = $\Delta P + \Delta v + \Delta z + Hf$**
Potencia = 17,2 m.

Potencia hidráulica = $(Q \cdot h \cdot \rho)$ *9,81
Q = 11000 L/h
h = 17,2m
ρ = 1 Kg/L

Potencia hidráulica = 515,6 W

- ***Dimensionamiento de la bomba del circuito de aerotermos.***

Como ya se explicó con anterioridad el caso más desfavorable en el funcionamiento de la instalación de aerotermos sería que no se usase ningún caudal de agua, por lo que el calor del fluido del circuito primario habrá de ser evacuado a la atmósfera de ésta forma.

Por lo tanto las bombas de este circuito serán de una potencia tal que sean capaces de evacuar todo el calor, como medida de ajuste se tomará la misma potencia hidráulica que la bomba del circuito secundario.

Potencia hidráulica = 515,6 W

Se propone aprovechar las bombas existentes en la instalación actual, cuyas características técnicas se citaron en *el apartado 3.2 Descripción de las instalaciones existentes de la Memoria Descriptiva*, la alternativa que se toma es dejar las siguientes bombas en su posición primitiva y con igual función: la electrobomba de 200 W de potencia que está en la circulación del primario de las calderas, la electrobomba de 1100 W de potencia que está en la circulación del primario del intercambiador de la piscina y una semejante a la anterior en el intercambiador del agua caliente sanitaria.

En complemento a lo anterior, quedan dos bombas de las ya existentes (de 200 W de potencia cada una de ellas) que quedarían sin uso en la instalación actual. Como se ha comprobado que la potencia y características de las mismas permiten su uso en la instalación nueva, se optará por colocarlas en la impulsión del fluido de la primera batería de captadores, ambas en paralelo según dicta la normativa como medida de prevención en las instalaciones de esta envergadura.

8. Volumen vaso de expansión.

El volumen del depósito de expansión, V, se calcula a partir de la expresión:

$$V = V_T * (0,2 + 0,01* h)$$

Donde:

V_T es el volumen total del circuito primario

h es la diferencia de alturas, en metros, entre el punto más alto del campo de colectores y el depósito de expansión, en nuestro caso se supone una altura de 10 m.

Como situaremos el depósito de expansión en la zona más baja del circuito de retorno del primario, la altura h valdrá: 1,91 · sen 45º = 1,35 m, más 13 m correspondientes a la altura entre el suelo de la azotea transitable y el suelo de la sala donde están situados todos los aparatos de la instalación.

$$V_T = \text{Nº colectores} * \text{Capacidad de liquido por colector} + V_{tuberias}$$

La capacidad de líquido caloportador por colector, según el fabricante, es de 4,7 L.

El volumen del resto del circuito primario se calcula mediante la ecuación:

$$V_{Tuberias} = V_{\text{tubería 35mm}} + V_{\text{tubería 28mm}} + V_{\text{tubería 22mm}}$$

Donde:

$$V_{\text{tubería}} = L * \text{Factor de capacidad}$$

L es la longitud de tubería de cada tramo (m)

Factor de capacidad de litros que tiene un metro de tubería según su diámetro en mm. (dado por Norma UNE 37.141-76).

Factor de capacidad(L/m)	0,804	0,515	0,3144
Diámetro tubería(mm)	35	28	22

$V_{\text{tubería 35mm}}$ = (50+76,7+103,4+130,1+156,8)m*0,804L/m = 415,7 L

$V_{\text{tubería 28mm}}$ = (8,7+8,9+9,1+9,3+9,5)m * 0,515 L/m = 23,43 L

$V_{\text{tubería 22mm}}$ = (8,7+8,9+9,1+9,3+9,5)m * 0,3144 L/m = 14,30 L

$V_{\text{tubería}}$ = 453,43 L

V_T = 90 colectores * 4,7 L/colector + 453,43 L =876,43 L

De cuanto antecede se puede, por tanto, calcular el volumen del depósito de expansión:

V = 876,43 * (0,2 + 0,01* 10) = **263 L.**

Por lo que será necesario sobredimensionar para ajustarnos al tamaño que se comercializa, que es de 300 L.

En el circuito secundario de la instalación también es necesario otro vaso de expansión con la misma función del anterior, según consta en el apartado de descripción de las instalaciones existentes, ya se cuenta con un vaso de expansión cerrado que cumple perfectamente con los requisitos.

9. Espesor del aislante en conducciones

Recordemos que las conducciones de nuestra instalación tienen un diámetro exterior de valor:

- Tramos AB=GA (zona exterior) diámetro exterior de 35 mm.
- Tramos BC=FG (zona exterior) diámetro exterior de 28 mm.
- Tramos CD=EF (zona exterior) diámetro exterior de 22 mm.
- Tramo Zona roja (zona interior), diámetro exterior de 35 mm.
- Tramo Zona azul (zona interior), diámetro exterior de 42 mm.
- Tramo zona verde (zona interior), diámetro exterior de 54 mm.
- Tramo zona amarilla (zona interior), diámetro exterior de 54 mm.
- Tramo zona rosa (zona interior), diámetro exterior de 63 mm.
- Tramo circuito secundario (zona interior), diámetro exterior de 63 mm.

Así pues y siguiendo las indicaciones del RITE deberemos poner un espesor de aislamiento determinado para cada tramo.

Para **conducciones interiores** y según la tabla que consta en *el apartado 5.8 Aislamiento de la Memoria Descriptiva del presente proyecto*, correspondiente al RITE, el valor del **espesor será de 30 mm.**

Para **conducciones externas** el espesor se incrementa en 10 mm para fluidos. Por lo que se debe colocar un **espesor de 40 mm** para las mismas.

En cuanto al espesor del aislamiento necesario para mantener las condiciones óptimas de temperatura en el interior del **depósito de acumulación** de agua caliente, según normativa y recomendaciones de expertos en la materia debe ser de al menos 50 mm de espesor ya que se trata de volúmenes de acumulación superiores a 300 L, en este caso son dos depósitos de 2000 L cada uno. Por lo tanto, se colocará un espesor de aislamiento de **60 mm** en cada uno de los dos depósitos.

Otra recomendación de los expertos es usar un espesor de aislamiento en los **intercambiadores** de al menos 20 mm, en el presente proyecto se opta por un aislamiento de **30 mm** de espesor, por motivos de seguridad.

10. Potencia necesaria aerotermos.

El cálculo de la potencia calorífica que es necesaria que evacuen los aerotermos se calculará según método propuesto por el fabricante de los mismos, según viene reflejado en su correspondiente ficha técnica, que consta en *el apartado 13. Ficha técnica aerotermos seleccionados para evacuar calor en Anexos.*

$$\text{Caudal de agua necesario l/h} = \frac{\text{Potencia calorífica (kcal/h.)}}{\text{Salto Térmico del agua } (\Delta t)}$$

Esta es la fórmula a utilizar, como es sabido el salto térmico que se desea para el agua y su caudal también, se despeja la potencia calorífica que se requiere.

Caudal de agua (L/h) será el caudal del primario, se dimensiona para el caso más desfavorable, esto será el periodo en el que la instalación está totalmente parada, no hay ningún consumo de agua caliente, por lo que los aerotermos deben evacuar todo el calor absorbido.

El salto térmico del agua será de (78,33 – 49,12) ºC que son las temperaturas de salida y entrada respectivamente del fluido caloportador del campo de colectores.

La potencia calorífica calculada es de 342179 Kcal/h.

El problema que surge a continuación, y a priori previsible, es que en el mercado no hay aerotermos de tal potencia, por lo que la solución será instalar varios aerotermos funcionando parejamente.

La elección final es usar aerotermos Modelo X1042 con motor de 6 polos y una sola velocidad, cada uno de los cuales aporta 123750 Kcal/h, por lo que será necesario colocar 3 en funcionamiento para cubrir la necesidad calorífica de la instalación.

3. ESTUDIO

ECONÓMICO

El objetivo del estudio económico que se realiza a continuación, es evaluar la rentabilidad de la instalación, para lo que es necesario evaluar distintas variables económicas tales como, el tiempo de retorno de la inversión inicial en años y el beneficio obtenido a lo largo de los años, una vez que se supera el periodo de amortización.

Se podrían evaluar situaciones económicas según tengamos en cuenta o no, la correspondiente subvención de la Agencia Andaluza de la Energía y/ o la venta de derechos de emisión de CO_2 en el mercado.

A continuación se evaluarán las distintas combinaciones de los casos.

Para todo lo explicado anteriormente es necesario el conocimiento previo de algunos datos económicos importantes de la instalación, tales como:

- Coste total de inversión.
- Coste de mantenimiento.
- Coste del ahorro de combustible.
- Ingreso por la venta en el mercado de los derechos de emisión del CO_2.

Para el periodo de vida de la instalación, 20 años, en el presente estudio económico se considera constantes ciertas variables tales como el precio de venta del CO_2 y el precio del propano; a la vez que no se considera el aumento del IPC, ni del interés bancario anual.

CASO A: sin subvención ni venta de CO_2.

Año	Ahorro energético anual (m^3 propano)	Ahorro energético anual (€)	Coste de mantenimiento (€)	Coste instalación (€)	Beneficio (€)
1	8113,3	9947,72	919,82	91981,66	9027,90
2	16226,6	19895,43	919,82	91981,66	18975,62
3	24339,9	29843,15	919,82	91981,66	28923,33
4	32453,2	39790,87	919,82	91981,66	38871,05
5	40566,5	49738,59	919,82	91981,66	48818,77
6	48679,8	59686,30	919,82	91981,66	58766,49
7	56793,1	69634,02	919,82	91981,66	68714,20
8	64906,4	79581,74	919,82	91981,66	78661,92
9	73019,7	89529,45	919,82	91981,66	88609,64
10	**81133**	**99477,17**	**919,82**	**91981,66**	**98557,35**
11	89246,3	109424,89	919,82	91981,66	108505,07
12	97359,6	119372,61	919,82	91981,66	118452,79
13	105472,9	129320,32	919,82	91981,66	128400,51
14	113586,2	139268,04	919,82	91981,66	138348,22
15	121699,5	149215,76	919,82	91981,66	148295,94
16	129812,8	159163,47	919,82	91981,66	158243,66
17	137926,1	169111,19	919,82	91981,66	168191,37
18	146039,4	179058,91	919,82	91981,66	178139,09
19	154152,7	189006,63	919,82	91981,66	188086,81
20	162266	198954,34	919,82	91981,66	198034,53

En este caso A la inversión inicial se amortizará en el año 10, a partir del cual todo serán beneficios, llegando al año 20 con más de ciento seis mil Euros de beneficio.

CASO B: con subvención del 40 % de la inversión y sin venta de CO_2.

				INVERSIÓN(€)	55189,00
Año	**Ahorro energético anual (m^3 propano)**	**Ahorro energético anual (€)**	**Coste mantenimiento (€)**	**Coste instalación (€)**	**Beneficio (€)**
1	8113,3	9947,72	919,82	91981,66	9027,90
2	16226,6	19895,43	919,82	91981,66	18975,62
3	24339,9	29843,15	919,82	91981,66	28923,33
4	32453,2	39790,87	919,82	91981,66	38871,05
5	40566,5	49738,59	919,82	91981,66	48818,77
6	**48679,8**	**59686,30**	**919,82**	**91981,66**	**58766,49**
7	56793,1	69634,02	919,82	91981,66	68714,20
8	64906,4	79581,74	919,82	91981,66	78661,92
9	73019,7	89529,45	919,82	91981,66	88609,64
10	81133	99477,17	919,82	91981,66	98557,35
11	89246,3	109424,89	919,82	91981,66	108505,07
12	97359,6	119372,61	919,82	91981,66	118452,79
13	105472,9	129320,32	919,82	91981,66	128400,51
14	113586,2	139268,04	919,82	91981,66	138348,22
15	121699,5	149215,76	919,82	91981,66	148295,94
16	129812,8	159163,47	919,82	91981,66	158243,66
17	137926,1	169111,19	919,82	91981,66	168191,37
18	146039,4	179058,91	919,82	91981,66	178139,09
19	154152,7	189006,63	919,82	91981,66	188086,81
20	162266	198954,34	919,82	91981,66	198034,53

En este caso B la inversión inicial se amortizará en el año 6, a partir del cual todo serán beneficios, llegando al año 20 con más de ciento cuarenta mil Euros de beneficio.

CASO C: con subvención del 40 % de la inversión y venta de CO_2.

				INVERSIÓN(€)	55189,00	
Año	**Ahorro energético anual (m3 propano)**	**Ahorro energético anual (€)**	**INGRESOS POR VENTAS CO_2 (€)**	**Coste mantenimiento (€)**	**Coste instalación (€)**	**Beneficio (€)**
1	8113,3	9947,72	395,53	919,82	91981,66	9423,43
2	16226,6	19895,43	791,06	919,82	91981,66	19766,68
3	24339,9	29843,15	1186,59	919,82	91981,66	30109,92
4	32453,2	39790,87	1582,12	919,82	91981,66	40453,17
5	40566,5	49738,59	1977,65	919,82	91981,66	50796,42
6	**48679,8**	**59686,30**	**2373,18**	**919,82**	**91981,66**	**61139,67**
7	56793,1	69634,02	2768,71	919,82	91981,66	71482,91
8	64906,4	79581,74	3164,24	919,82	91981,66	81826,16
9	73019,7	89529,45	3559,77	919,82	91981,66	92169,41
10	81133	99477,17	3955,3	919,82	91981,66	102512,65
11	89246,3	109424,89	4350,83	919,82	91981,66	112855,90
12	97359,6	119372,61	4746,36	919,82	91981,66	123199,15
13	105472,9	129320,32	5141,89	919,82	91981,66	133542,40
14	113586,2	139268,04	5537,42	919,82	91981,66	143885,64
15	121699,5	149215,76	5932,95	919,82	91981,66	154228,89
16	129812,8	159163,47	6328,48	919,82	91981,66	164572,14
17	137926,1	169111,19	6724,01	919,82	91981,66	174915,38
18	146039,4	179058,91	7119,54	919,82	91981,66	185258,63
19	154152,7	189006,63	7515,07	919,82	91981,66	195601,88
20	162266	198954,34	7910,6	919,82	91981,66	205945,13

En este caso C la inversión inicial se amortizará en el año 6, a partir del cual todo serán beneficios, llegando al año 20 con más ciento cincuenta mil Euros de beneficio.

4. ESTUDIO

AMBIENTAL

4. ESTUDIO AMBIENTAL.

1. Legionella.
2. Disminución de emisiones de CO_2 a la atmósfera.
3. Valoración económica del CO_2.

1. Legionella.

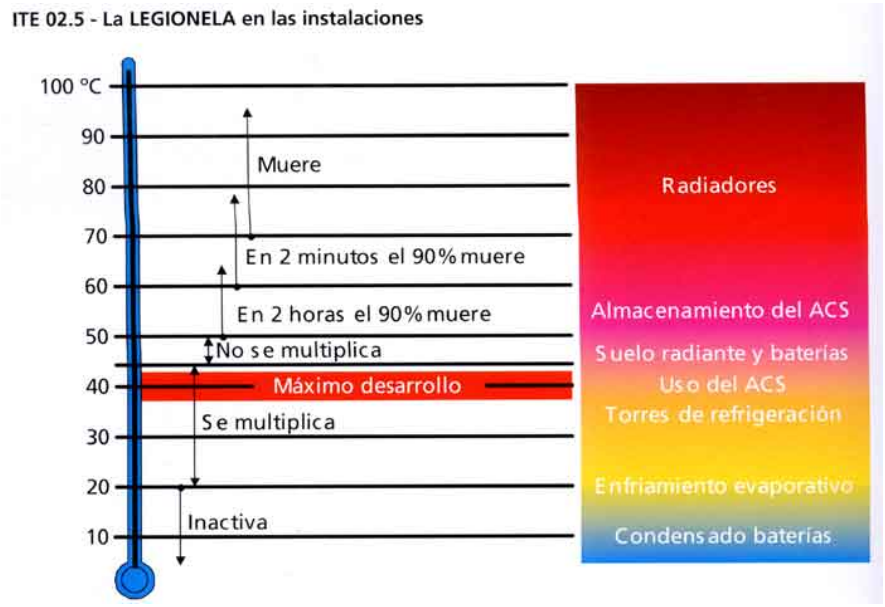
▪ Introducción.

La Legionella es un organismo que, además de hallarse en hábitats acuáticos naturales, ha encontrado un nicho ecológico adecuado en sistemas construidos por el hombre, como por ejemplo en los sistemas de agua, siendo capaz de vivir en un variado campo de condiciones físico-químicas del agua.

Las condiciones bajo las cuales la bacteria reacciona y se multiplica más favorablemente son las siguientes:

- Temperatura del agua a 37ºC,
- Ph entre 6 y 7,
- Existencia de nutrientes orgánicos,
- Presencia de trazas de hierro.

Una característica que la diferencia de otras bacterias es su capacidad de crecer en el interior de otros microorganismos presentes en el agua, siendo éste uno de los mecanismos que la protegen frente a agentes nocivos externos, como tratamientos con cloro o biocidas y tratamientos térmicos. Es importante tener en cuenta que la bacteria puede ser patológica solamente cuando se dispersa en el aire y penetra en los pulmones.



- **Consideraciones especiales en la etapa de diseño de este tipo de instalaciones de Agua Caliente Sanitaria.**

En el caso del diseño de sistemas de agua caliente sanitaria, éste debe realizarse contemplando los parámetros necesarios para evitar el desarrollo de poblaciones de legionella:

- La temperatura de almacenamiento del agua debe ser siempre superior a 55ºC, siendo recomendable que alcance los 60ºC.
- El sistema debe tener capacidad de incrementar la temperatura a 70ºC de forma periódica, para su pasteurización.
- La temperatura del agua de distribución no será inferior a 50ºC en ningún punto del circuito, se tomarán medidas de grifos, duchas y de la entrada del depósito de la línea de retorno.
- Los depósitos serán construidos e instalados de forma que faciliten las operaciones de vaciado y limpieza y estarán correctamente aislados.
- Los sistemas de acumulación se diseñarán de forma que se favorezca la estratificación por temperatura, reduciendo al mínimo la cantidad de agua que permanece a una temperatura intermedia entre la del agua fría de entrada y la de agua calentada, minimizando así el desarrollo y multiplicación de la bacteria; para ello es necesario seguir las siguientes instrucciones:

- Los depósitos se instalarán verticalmente y tendrán una relación altura/diámetro lo mas elevada posible.
- Dos o más depósitos irán conectados en serie, sobre el circuito de agua caliente sanitaria.

Los criterios que se exponen a continuación son comunes a cualquier instalación susceptible de ser contaminada por la bacteria:

- Se deberá evitar, en lo posible, que la temperatura permanezca en el intervalo entre 20 y 50ºC. Para ello es necesario aislar térmicamente equipos, aparatos y tuberías.
- La utilización de aparatos que basan su funcionamiento en la transferencia de masa de agua en corrientes de agua con producción de aerosoles se llevará a cabo de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de exposición para las personas.
- Se señala la necesidad de seleccionar materiales que resistan la acción agresiva de los biocidas y desinfectantes en las dosis aplicadas, con el fin de evitar la formación de productos de la corrosión. Para el sellado de las uniones debe evitarse el empleo de materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias y hongos.
- Se debe prevenir la formación de zonas de estancamiento de agua, como tuberías de desviación, equipos y aparatos en reserva, tramos de tubería con fondo ciego, etc. En particular, los equipos y aparatos en reserva deberán aislarse mediante válvulas de corte de cierre hermético y deberán estar equipados de una válvula de drenaje situada en el punto mas bajo.
- Todos los equipos y aparatos deberán ser fácilmente accesibles para la revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección.

- Las redes de tuberías estarán dotadas de válvulas de drenaje en todos los puntos bajos. Los drenajes se conducirán a un lugar visible y estarán dimensionados para permitir la eliminación de los residuos acumulados.
- Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños en los circuitos de distribución.
- Todas las instalaciones deberán limpiarse a fondo antes de su puesta en servicio.

En particular, para las redes de agua sanitaria, son recomendaciones a tener en cuenta las siguientes:

- La red interna de agua potable deberá garantizar la total estanqueidad y la correcta circulación del agua, evitando el estancamiento de la misma.
- En los acumuladores, se debe asegurar una temperatura homogénea y evitar el enfriamiento de zonas interiores.
- Deben existir sistemas antirretorno cuando existan aguas de diferentes circuitos o cualidades.
- La temperatura del agua en el circuito de agua fría debe ser lo más baja posible, preferiblemente inferior a 20ºC.
- La temperatura del agua en el circuito de agua caliente no debe ser inferior a 50ºC en el punto más alejado del circuito o en la tubería de retorno al acumulador.
- La instalación permitirá que al agua alcance una temperatura de 70ºC, teniendo en cuenta el aumento de volumen que ello supone. La forma de actuar adecuada es preparar el agua a 50ºC y llevar el circuito caliente de forma periódica (cada 3 meses, al tratarse de una instalación deportiva) a 60- 70 ºC. Otro tratamiento preventivo, además del calentamiento en el acumulador a 70ºC o más, es dejar correr el agua por todos los grifos durante 30 min. (con el derroche que eso supone) y por supuesto comprobar la temperatura de salida del agua, asegurando que no sea inferior a 60ºC.

- En la medida de lo posible, se procurará utilizar sistemas de intercambio de calor externos al depósito se acumulación.
- En los depósitos debe existir una cubierta impermeable que se ajuste perfectamente y que permita al acceso al interior.
- Si los depósitos se encuentran situados al aire libre, deberán estar térmicamente aislados.
- Se facilitará la accesibilidad a los equipos para su limpieza, desinfección y toma de muestras.
- Se utilizarán materiales susceptibles de ser desinfectados o capaces de resistir la acción de la temperatura, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento de los microorganismos.

Según artículos consultados en la revista EL INSTALADOR hay que tener en cuenta una serie de consideraciones tanto del lado del circuito de agua fría como de agua caliente:

- Agua caliente: el material de tubería no puede ser cualquiera, se recomienda acero inoxidable, cobre o algunos plásticos. No se deben usar distintos materiales metálicos, y prestar cuidado con el material usado en las uniones.
- En el lado del agua fría la forma de prevenir la presencia de la bacteria seria intentando que nunca se alcancen los 20ºC en tuberías, para ello se aíslan las tuberías de distribución.

- **Consideraciones especiales en la etapa de explotación del proyecto.**

Las principales actuaciones en la fase de explotación consisten en la revisión, mantenimiento y limpieza periódica y esmerada de aquellas partes de las instalaciones que son susceptibles de deteriorarse o ensuciarse, con el fin de eliminar el substrato de la alimentación de la bacteria, así como en la medición de los parámetros de evaluación de la calidad del agua.

Los criterios expuestos a continuación son generales a cualquier tipo de instalación:

- En general, la limpieza se efectuará drenando el sistema, limpiándolo para eliminar incrustaciones y otros depósitos. Una vez completada toda la limpieza, la instalación se volverá a llenar de agua y se desinfectará con cloro u otro desinfectante, sistema físico o físico- químico. El tratamiento de desinfección no será efectivo si la instalación no está o no se mantiene limpia. Los productos químicos y los sistemas empleados en la limpieza y desinfección, además de poseer reconocida eficacia, deberán suponer, cuando se apliquen correctamente, riesgos mínimos tanto para la integridad y estado de la instalación como para la salud y seguridad de los operarios u otras personas que puedan quedar expuestas.
- Para asegurar la eficacia de éstas y otras operaciones, es necesario realizarlas de forma periódica y comprobar también periódicamente la calidad del agua del circuito y de aportación. Es necesario que dichas operaciones sean llevadas a cabo por personal especializado.

- Todas las instalaciones, que hayan permanecido fuera de uso durante un cierto periodo de tiempo, deberán recibir un tratamiento de limpieza y posterior desinfección justo antes de su puesta en marcha.
- Se deberá vigilar que los sistemas cumplan con los requisitos de proyecto a lo largo de toda su vida útil.

De forma similar a como ocurría con los requisitos de diseño, existen peculiaridades para cada tipo de instalación:

	Revisión	**Temperatura**	**Limpieza**	**Desinfección**
Depósitos ACS	Trimestral	Diario	Anual	Anual
Depósitos AF	Trimestral	Mensual	Anual	Anual
Aislamiento térmico	Anual			

Para finalizar, es interesante reflejar un guión de actuación en materia de protección de la salud y seguridad de los trabajadores. Con el fin de prevenir los accidentes de trabajo y los riesgos para la salud de los operarios de las instalaciones y del personal de mantenimiento, limpieza y desinfección, especialmente los riesgos derivados de la inhalación de los aerosoles con legionella y de la exposición a productos químicos y agentes físicos utilizados en el tratamiento de las instalaciones y del agua de las mismas.

Se tomarán las siguientes precauciones:

- Se planificarán y diseñarán las tareas de revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección de forma que los riesgos para los trabajadores sean mínimos. Es recomendable elaborar procedimientos de trabajo escritos. Aquellas tareas en las cuales el riesgo pueda ser importante como, por ejemplo, las que se realicen es espacios confinados o las que impliquen la utilización de agentes químicos o la exposición a agentes físicos, no deben realizarse nunca en solitario. Aunque sean llevadas a cabo por un solo trabajador siempre debe haber en las inmediaciones otra persona con los equipos de protección individual (EPI) y medios apropiados para que, en caso de producirse un accidente o una exposición excesiva, pueda socorrer al afectado sin que ella misma se exponga al riesgo.

- Se informará a los trabajadores sobre los riesgos a los que pueden verse expuestos y sobre los medios y medidas preventivas establecidas y se les adiestrará en la ejecución segura de sus tareas y la observancia de las medidas de prevención.
- Los productos químicos deberán guardarse en un almacén a ellos dedicado y deberán existir normas escritas sobre su almacenamiento y manipulación, redactadas de acuerdo a las fichas de seguridad suministradas por los fabricantes.
- Se suministrará a los trabajadores equipos de protección individual acordes al riesgo al que puedan estar expuestos en la realización de sus tareas, que no supongan un riesgo o esfuerzo añadido o sean penosos de llevar. Los trabajadores deberán ser adiestrados en su uso, limpieza, descontaminación, mantenimiento y conservación adecuados. Es recomendable que existan procedimientos escritos para ello.

De acuerdo a la tarea que se realice y a los riesgos derivados de la exposición a agentes químicos y biológicos, se recomienda la utilización de los equipos de protección individual que se señalan en la tabla.

TAREA	**RIESGO**	**EPI**	
		Protección respiratoria	**Ropa de protección**
Revisión	Aerosol	Mascarilla auto filtrante contra partículas	No es necesaria
Limpieza y tratamiento químico en espacio bien ventilado	Aerosol y concentración baja de cloro u otros agentes químicos	Mascarilla con filtro contra partículas, gases y vapores	Traje completo resistente a agentes químicos, con protección de la cabeza, guantes, botas y gafas
Limpieza y tratamiento químico en espacio bien ventilado, sin movimiento de	Aerosol y concentración no muy alta de cloro u otros agentes químicos	Mascarilla completa con filtro contra partículas, gases y vapores	Traje completo resistente a agentes químicos, con protección de la cabeza, guantes, botas y gafas

aire			
Limpieza y tratamiento químico en espacio confinado	Aerosol y concentración alta de cloro u otros agentes químicos, posible falta de oxigeno	Equipo de protección respiratoria aislante autónomo, con adaptador facial tipo máscara completa	Traje completo resistente a agentes químicos, con protección de la cabeza, guantes, botas y gafas

2. Reducción emisiones de CO_2 a la atmósfera.

Según el protocolo de Kyoto, España tiene limitado el crecimiento de las emisiones de los seis gases contemplados (CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC y SF_6) en un 15 % en el periodo de compromiso 2008-2012, respecto de las emisiones de 1990. Por otro lado, el hecho de consumir una energía primaria autóctona, reduce la dependencia nacional de otras fuentes de energía importadas y más contaminantes (las derivadas de los combustibles fósiles).

Una de las bazas fundamentales en la que se apoya la energía solar térmica, es que es respetuosa con el medio ambiente. Cada metro cuadrado de colector solar evita la emisión a la atmósfera de gases efecto invernadero y contaminantes como CO_2, NO_x, y SO_2. De esta manera, la aplicación de esta energía contribuye al cumplimiento de los compromisos de Kyoto.

Por ello se incluye el estudio del impacto ambiental que esta instalación producirá. Lo que repercutirá en una no emisión de CO_2, de la combustión del gas propano en la caldera existente.

En este apartado se tratará de valorar el ahorro de combustible, en este caso propano, que supone la implantación de una instalación solar térmica en un polideportivo como el que nos ocupa.

Como datos de partida debemos conocer:

- La emisión de Kg CO_2 que supone la combustión de un Kg de de propano (2,7 KgCO_2/Kg propano),
- Densidad del CO_2 a presión y temperatura ambiente 1,83 kg/m^3,
- La densidad del propano (1,8056 Kg/m^3),
- Poder calorífico útil del propano (20222,72 Kcal/Nm^3),
- Consumo anual de propano previo al uso de la instalación solar (90000 L propano /año), este dato fue suministrado por el responsable actual de las instalaciones deportivas,
- Necesidad energética anual de la instalación, según los cálculos realizados en el apartado correspondiente del presente proyecto (1039129,59 MJ),
- Ahorro energético anual por la implantación de la instalación solar térmica, será el 60% de la necesidad energética anual, según establecimos en los cálculos ajustándonos a la normativa.(623478 MJ),
- Precio del propano, según Gas Natural, 0,67 €/Kg.

Si el ahorro energético antes valorado lo hemos cifrado en 623478 MJ/ año traducido a KWh año serán 173188.

Por otra parte, si tenemos en cuenta que la caldera no tiene un rendimiento del 100 % en su funcionamiento, sino de un 90 %, la cantidad de energía que habríamos consumido en la caldera seria de 190507 KWh equivalentes a 685825 MJ o 164073 Mcal.

Como el poder calorífico (útil) del propano es de 20222,72 Kcal/ Nm^3, esto equivale a que **durante un año se dejarán de consumir 8113,3 m^3 de propano.** En consecuencia, el volumen de CO_2 que se dejará de emitir a la atmósfera será de 39553 m^3.

En términos económicos, el precio del ahorro en propano asciende a 9947,71 € anuales.

3. Valoración económica del CO_2.

Uno de los principales puntos por los que se está apostando fuertemente dentro del protocolo de Kyoto es por el mercado de emisiones entre países. Esto es, que si un país de los firmantes del mismo tiene asignado una cantidad de emisiones, en el margen de años en el que nos movemos, y llegado ese tiempo se encuentra por debajo de lo estimado, tiene la posibilidad de vender esos derechos de emisión a otro país firmante del protocolo que prevea que va a superar el margen que tenia establecido cumplir en ese margen de tiempo.

De esta forma se piensa de forma global, es decir, lo que interesa es que se reduzcan las emisiones a nivel global mundial, si secundariamente un país aumenta sus emisiones debe haber otro que las reduzca para que el balance global lo compense.

De esta forma, el objetivo de este apartado consiste en valorar de forma económica cuantos ingresos supondrían vender en el mercado de emisiones ese CO_2 no emitido (según ya ha sido valorado en el apartado anterior del presente proyecto).

Si bien en España no está valorado ni regulado el precio por tonelada de CO_2, en otros países sí lo está, pero es difícil tomar un país como referencia ya que el precio varía grandemente según el grado de desarrollo económico del país; así en Ecuador el precio de la tonelada de CO_2

ronda los 0,80 $, mientras que en Holanda la tonelada de CO_2 se valora a 8 $, es decir diez veces más.

Estas cantidades si bien no pueden parecer muy elevadas hay que tomarlas en cuenta en su justa medida, ya que se trata de una instalación solar de tamaño medio que sustituye a una energía, el propano, que produce menos CO_2 y que tiene buen rendimiento.

Para estimar ese coste de manera más cualitativa que cuantitativa, que se puede considerar como beneficio económico extra, se tomará como precio de referencia 10 € /tonelada de CO_2, que es el que los expertos consideran representativo según la situación actual; se presupone que cuando el protocolo esté totalmente aprobado e implantado este precio se verá incrementado sustancialmente pudiendo llegar a valores insospechados.

Por lo tanto los 39553 Kg de CO_2 que no han sido emitidos tendrían un valor en el mercado de emisiones de 395,53 € (39,553 ton * 10 €/ton) en un año.

5. PLANIFICACIÓN

5. PLANIFICACIÓN.

1. Mantenimiento de la instalación.
2. Planificación de las tareas de montaje.

1. Mantenimiento de la instalación.

Sin perjuicio de aquellas operaciones de mantenimiento derivadas de otras normativas, para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma, se definen dos escalones complementarios de actuación:

a) Plan de vigilancia;
b) Plan de mantenimiento preventivo.

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un período de tiempo al menos igual que el de la garantía. El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies superiores a 20 m^2 (como este caso, 212,99 m^2).

Cuando la radiación solar es muy elevada y ya se han satisfecho las necesidades térmicas del complejo deportivo(o éstas no existen porque el complejo está cerrado al publico) se puede producir una situación de sobretemperatura en el circuito solar.

Las medidas a tomar en el caso de que en algún mes del año el aporte solar sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 % son las siguientes:

– Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, habrá de ser repuesto por un fluido de características similares.

– Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que sigue atravesando el captador).

– Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes (como por ejemplo podría ser la instalación de un sistema de aerotermos que permitan la evacuación del calor sobrante al ambiente) o redimensionar la instalación con una disminución del número de captadores.

En este caso se opta por la instalación de un sistema de aerotermos que permitan la evacuación del calor sobrante al ambiente.

La solución expuesta en el punto anterior, deberá programarse y detallarse dentro del contrato de mantenimiento, así como las visitas a realizar para la reposición de las condiciones iniciales.

Estas visitas se programarán de forma que se realicen una antes y otra después de cada período de sobreproducción energética.

También se incluirá dentro del contrato de mantenimiento un programa de seguimiento de la instalación que prevendrá los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos producidos en los citados períodos y en cualquier otro período del año.

a) Plan de vigilancia.

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto comportamiento y estado de los elementos, y tendrá un alcance similar al descrito en la siguiente tabla.

	Operación	*Frecuencia*	*Descripción* (*)
Captadores	Limpieza	A determinar	Con agua y productos adecuados.
	Cristales	3 meses	IV - Condensaciones, sustitución.
	Juntas	3 meses	IV - Agrietamiento y deformaciones.
	Absorbedor	3 meses	IV - Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3 meses	IV - Fugas.
Circuito primario	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6 meses	IV - Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3 meses	Vaciar el aire del botellín.
Circuito secundario	Tratamiento anti-legionella	12 meses	Aplicación procedimiento de desinfección con cloro o térmico recogido en el Anexo 3 del RD 909/2001.
	Tubería y aislamiento	6 meses	IV - Ausencia de humedad y fugas.

(*) IV: Inspección visual.

b) Plan de mantenimiento preventivo.

Son operaciones llevadas a cabo por personal técnico especializado que conozca la tecnología solar térmica en aplicaciones tan específicas como ésta. Deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo; para conseguir un buen

funcionamiento y para alargar la vida de la misma, se planificará mantener una proporción entre mantenimiento preventivo- correctivo de un 70-30%.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

A continuación se definen las operaciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y descripciones en relación con las prevenciones a observar.

- SISTEMA DE CAPTACIÓN.

Equipo	*Frecuencia*	*Descripción*
Captadores	6 meses	IV - Diferencias sobre original.
		IV - Diferencias entre captadores.
Cristales	6 meses	IV - Condensaciones y suciedad.
Juntas de degradación	6 meses	IV - Agrietamientos, deformaciones.
Absorbedor	6 meses	IV - Corrosión, deformaciones.
Carcasa	6 meses	IV - Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración.
Conexiones	6 meses	IV - Aparición de fugas.
Estructura	6 meses	IV - Degradación, indicios de corrosión; apriete de tornillos.

- SISTEMA DE ACUMULACIÓN.

Equipo	*Frecuencia*	*Descripción*
Depósito	24 meses	Presencia de lodos en fondo.
Ánodos de sacrificio	12 meses	Comprobación del desgaste.
Aislamiento	12 meses	Comprobar que no hay humedad.

- SISTEMA DE INTERCAMBIO.

Equipo	*Frecuencia*	*Descripción* (*)
Intercambiador de placas	12 meses	CF - Eficiencia y prestaciones.
	60 meses	Limpieza.
Intercambiador de serpentín	12 meses	CF - Eficiencia y prestaciones.
	60 meses	Limpieza.

(*) CF: Control de funcionamiento.

– CIRCUITO HIDRÁULICO.

Equipo	*Frecuencia*	*Descripción*
Fluido refrigerante	12 meses	Comprobar su densidad y pH.
Estanquidad	24 meses	Efectuar prueba de presión.
Aislamiento exterior	6 meses	IV - Degradación protección uniones y ausencia de humedad.
Aislamiento interior	12 meses	IV - Uniones y ausencia de humedad.
Purgador automático	12 meses	CF y limpieza.
Purgador manual	6 meses	Vaciar el aire del botellín.
Bomba	12 meses	Estanquidad.
Vaso de expansión cerrado	6 meses	Comprobación de la presión.
Vaso de expansión abierto	6 meses	Comprobación del nivel.
Sistema de llenado	6 meses	CF - Actuación.
Válvula de corte	12 meses	CF - Actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento.
Válvula de seguridad	12 meses	CF - Actuación.

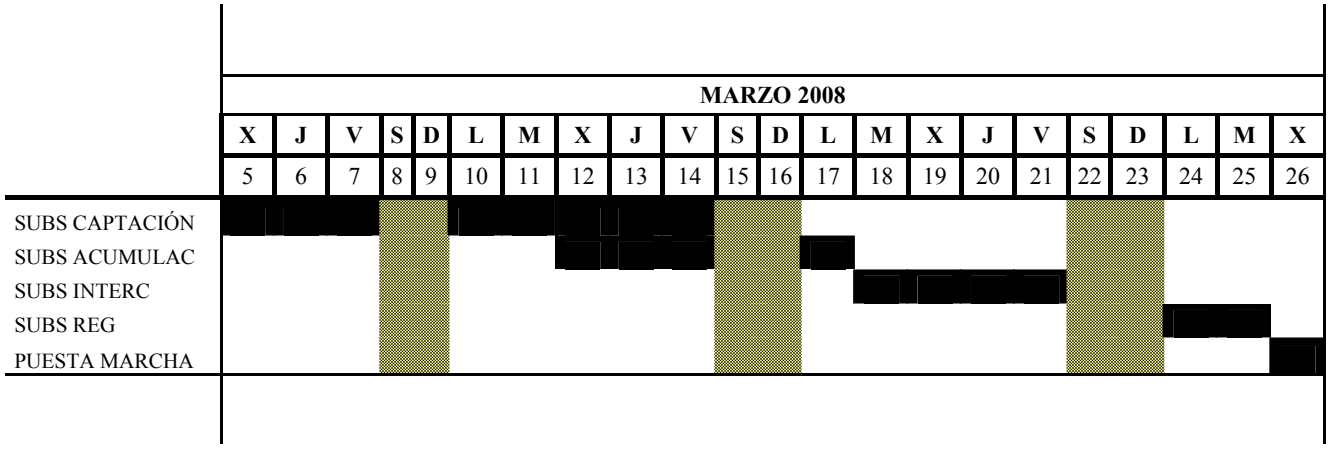
2. Planificación de las tareas de montaje.

Ya que se trata de una modificación de una instalación ya montada y en funcionamiento, las tareas de montaje, de la nueva instalación propuesta para mejorarla usando una instalación solar térmica con colectores solares planos, estarán bajo la responsabilidad de la empresa montadora.

Puesto que los sistemas que componen la instalación están situados en lugares distantes y distintos, es posible el comienzo de las tareas al unísono. Así, cuando alguna de ellas finalice se procederá a la instalación del resto.

La instalación del último sistema corresponde al formado por las conexiones eléctricas y elementos de regulación, y se comenzará al finalizar la colocación e instalación de la totalidad de sistemas hidráulicos. Finalmente hay que establecer una última fase en la que se tratará de realizar los últimos retoques a la instalación así como ponerla en correcto funcionamiento.

En el siguiente diagrama de Gantt se indica la duración de la instalación aproximada de cada uno de los subconjuntos.



6. ANEXOS

6. ANEXOS.

1. Ficha técnica captador solar.
2. Altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica.
3. Cálculo de K de cerramientos.
4. Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación.
5. Cálculo de fluido caloportador.
6. Cálculo del salto térmico en el intercambiador.

7. Propiedades del fluido caloportador.
8. Intercambiador de placas.
9. Pérdidas por rozamiento en tuberías.
10. Características tubos de cobre según Norma 37.141-76.
11. Características aislante seleccionado.
12. Sistema de control centralizado.
13. Ficha técnica aerotermos seleccionados para evacuación agua sobrecalentada.
14. Purgador seleccionado.
15. Ficha técnica de las bombas seleccionadas.

1. Ficha técnica captador solar.

SOLECO

ENERGÍA SOLAR ECOLÓGICA

Captador Solar

Soleco 2.3 Cu

Superficie total	2,3 m²
Área de apertura	2,16 m²
Dimensiones totales	1.910 x 1.220 x 90 mm
Peso total en vacío	42 Kg
Capacidad de líquido	4,7 litros
Presión máxima de trabajo	8 bar
Caudal nominal	50-70 litros/hm²
Pérdida de carga	10-19 mm.c.a./captador
Conexiones	4 de 3/4" H
Distancia entre conexiones	1.795 mm

Ecuación de rendimiento según norma EN 12975:
$\eta = 0.761 - 4{,}73Tm^{*}-0.0499\ G\ Tm^{*2},\ Tm^{*}=(tm-ta)/G$

Nº de homologación: GPS-8075

Carcasa	de aluminio extruido lacado con 4 insertos M8 para su sujeción.
Aislamiento	de 25 mm de espuma de poliuretano sin CFC más 20 mm de lana de vidrio.
Acristalamiento	de vidrio solar templado de 3,7 mm. Junta perimetral de EPDM.
Absorbedor	de cobre formado por 2 colectores de Ø25 mm y 11 tubos verticales de Ø16 mm. Sus aletas están unidas mecánicamente a los tubos en todo su perímetro.
Incluye	- Válvula de aireación para evitar posibles condensaciones. - Insertos roscados que facilitan su fijación. - Tornillería de acero inoxidable.

Sistema Clip-On

CARACTERÍSTICAS:

- Carcasa en aluminio extrusionado pintado electrostáticamente (especialmente resistente al ambiente marino) con insertos roscados M8 para facilitar el montaje. Dorso de la carcasa en lámina de aluminio. El modelo 2.3 Cu S incluye pestaña perimetral adicional.

- Válvula respiradero para evitar condensaciones en el interior del captador.
- Aislamiento de 25 mm de espuma de poliuretano rígido inyectado más 20 mm de lana mineral, con hoja de aluminio sobre cada capa.
- Vidrio solar templado de 3,7 mm de espesor sellado con junta 100% EPDM.
- Absorbedor:
  - Modelos 1.7 Cu y 2.3 Cu: parrilla de tubos de cobre unidos mecánicamente a aletas de cobre (sistema clip-on => máxima durabilidad).
  - Modelo 2.3 Cu S: parrilla de tubos de cobre soldados ultrasónicamente a aletas de cobre recubiertas con superficie selectiva Sunselect.
- Conexiones hidráulicas: cuatro conexiones hembra de ¾" de bronce.

SOLECO

Marqués de Monistrol, 19
08970 – Sant Joan Despí (BCN)
T. 93 477 42 35
F. 93 477 4236

TARIFA DE PRECIOS

PRECIOS:

Modelo	Descripción	€
1.7 Cu	Captador de 1.7 m^2 de área bruta Área de apertura 1.65 m^2 Dimensiones 1930x930x90 mm. Curva rendimiento: $\eta=0.73 - 0.71T^*$ $T^*=Uo(te - ta)/I$	346,00
2.3 Cu S	Captador Selectivo de 2.3 m^2 de área bruta Área de apertura 2.17 m^2 Recubrimiento selectivo Sunselect Dimensiones 1894x1206x99 mm. Curva rendimiento: $\eta=0.75–3.85\ Tm^*–0.0289\ GTm^{*2}$ $Tm^* = (tm-ta)/G$	555,00
2.3 Cu	Captador de 2.3 m^2 de área bruta Área de apertura 2.16 m^2 Dimensiones 1910x1220x90 mm. Curva rendimiento: $\eta=0.761–4.73\ Tm^*–0.0499\ GTm^{*2}$ $Tm^* = (tm-ta)/G$	435,00

2. Altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica

PROVINCIA	ALTITUD (m) (de la capital)	LATITUD (°) (de la capital)	LONGITUD (°) (de la capital)	TEMP. MÍNIMA HISTÓRICA (°C)
1 ÁLAVA	542	42.9	2.7 W	-18
2 ALBACETE	686	39.0	1.8 W	-23
3 ALICANTE	7	38.4	0.5 W	-5
4 ALMERÍA	65	36.9	2.4 W	-1
5 ASTURIAS	232	43.4	5.8 W	-11
6 ÁVILA	1126	40.7	4.9 W	-21
7 BADAJOZ	186	38.9	7.0 W	-6
8 BALEARES	28	39.6	2.6 E	-4
9 BARCELONA	95	41.4	2.2 E	-7
10 BURGOS	929	42.3	3.7 W	-18
11 CÁCERES	459	39.5	6.4 W	-6
12 CÁDIZ	28	36.5	6.3 W	-2
13 CANTABRIA	69	43.5	3.8 W	-4
14 CASTELLÓN	27	40.0	0	-8
15 CEUTA	206	35.9	5.3 W	-1
16 CIUDAD REAL	628	39.0	3.9 W	-10
17 CÓRDOBA	128	37.9	4.8 W	-6
18 LA CORUÑA	54	43.4	8.4 W	-9
19 CUENCA	949	40.1	2.1 W	-21
20 GERONA	95	42.0	2.7 E	-11
21 GRANADA	775	37.2	3.7 W	-13
22 GUADALAJARA	685	40.6	3.2 W	-14
23 GUIPÚZCOA	181	43.3	2.0 W	-12
24 HUELVA	4	37.3	6.9 W	-6
25 HUESCA	488	42.1	0.4 W	-14
26 JAÉN	586	37.8	3.8 W	-8
27 LEÓN	908	42.6	5.6 W	-18
28 LÉRIDA	323	41.7	1.2 E	-11
29 LUGO	465	43.0	7.6 W	-8
30 MADRID	667	40.4	3.7 W	-16
31 MÁLAGA	40	36.7	4.4 W	-4
32 MELILLA	47	35.3	3.0 W	-1
33 MURCIA	42	38.0	1.1 W	-5
34 NAVARRA	449	42.8	1.6 W	-16
35 ORENSE	139	42.3	7.8 W	-8
36 PALENCIA	734	42.0	4.5 W	-14
37 LAS PALMAS	6	28.2	15.4 W	+6
38 PONTEVEDRA	19	42.4	8.6 W	-4
39 LA RIOJA	380	42.5	2.4 W	-12
40 SALAMANCA	803	41.0	5.6 W	-16
41 STA. CRUZ DE TENERIFE	37	28.5	16.2 W	+3
42 SEGOVIA	1002	41.0	4.1 W	-17
43 SEVILLA	30	37.4	6.0 W	-6
44 SORIA	1063	41.8	2.5 W	-16
45 TARRAGONA	60	41.1	1.2 E	-7
46 TERUEL	915	40.4	1.1 W	-14
47 TOLEDO	540	39.9	4.0 W	-9
48 VALENCIA	10	39.5	0.4 W	-8
49 VALLADOLID	694	41.7	4.7 W	-16
50 VIZCAYA	32	43.3	3.0 W	-8
51 ZAMORA	649	41.5	5.7 W	-14
52 ZARAGOZA	200	41.7	0.9 W	-11

3. Cálculo de K de cerramientos.

NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN
CONDICIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS

NBE-CT-79 23

ANEXO 2:

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR K DE CERRAMIENTOS

2.1. Cerramiento simple

Para un cerramiento de caras planoparalelas, formado por un material homogéneo de conductividad térmica λ y espesor L, con coeficientes superficiales de transmisión de calor h_i y h_e, el coeficiente de transmisión de calor K, también llamado de «aire-aire», viene dado por la expresión:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} + \frac{L}{\lambda} + \frac{1}{h_e}$$

En la tabla 2.1 se dan los valores de $1/h_i$, $1/h_e$ y $1/h_i + 1/h_e$ que deben estimarse para los cálculos, en función de la posición, del cerramiento y del sentido del flujo de calor, y de la situación del cerramiento.

Tabla 2.1
Resistencias térmicas superficiales en m^2 h °C/kcal (m^2 °C/W)

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Situación del cerramiento					
	De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal > 60° y flujo horizontal.	0,13 (0,11)	0,07 (0,06)	0,20 (0,17)	0,13 (0,11)	0,13 (0,11)	0,26 (0,22)
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤ 60° y flujo ascendente.	0,11 (0,09)	0,06 (0,05)	0,17 (0,14)	0,11 (0,09)	0,11 (0,09)	0,22 (0,19)
Cerramientos horizontales y flujo descendente.	0,20 (0,17)	0,06 (0,05)	0,26 (0,22)	0,20 (0,17)	0,20 (0,17)	0,40 (0,34)

2.2. Cerramiento compuesto

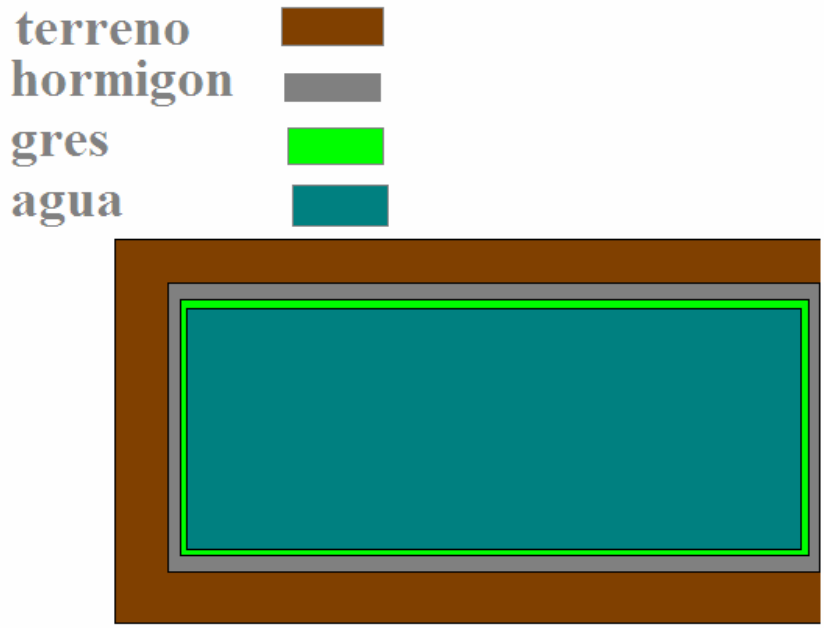
En los cerramientos formados por una serie de láminas planoparalelas de distintos materiales, el coeficiente K del conjunto se obtiene de la fórmula siguiente:

$$\frac{1}{K} = \Sigma \frac{L}{\lambda} + \left(\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} \right)$$

donde $\Sigma L/\lambda$ es la suma de las resistencias térmicas de las diferentes láminas que conforman el cerramiento.

Si el cerramiento tiene heterogeneidades regularmente repartidas, pero importantes (huecos de los ladrillos y bloques), en el cálculo de K puede introducirse el concepto de resistencia térmica útil R_u por unidad de superficie, quedando la expresión:

$$\frac{1}{K} = \Sigma R_u + \left(\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} \right)$$



Del esquema se deduce que se trata de un cerramiento compuesto:

- Tres caras de la piscina y la cara inferior, son una superposición de una capa de gres, otra de hormigón y el propio terreno.

- La otra cara esta formada por capa de gres, capa de hormigón y galería.

  La ecuación que usamos para los cálculos es la siguiente:

$$\frac{1}{K} = \Sigma \frac{L}{\lambda} + \left(\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} \right)$$

Los datos de partida serán:

1/hi	Coeficiente de transferencia de calor de la pared del vaso horizontal ,flujo vertical (m^2.h.ºC/Kcal)	0,2
1/hi	Coeficiente de transferencia de calor de la pared del vaso vertical ,flujo horizontal (m^2.h.ºC/Kcal)	0,13
L	Ancho capa de hormigón(m)	0,2
L	Ancho capa de gres(m)	0,01
λ gres	Conductividad térmica (Kcal/m h ºC)	0,75
λ hormigón	Conductividad térmica (Kcal/m h ºC)	1,37

4.Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación.

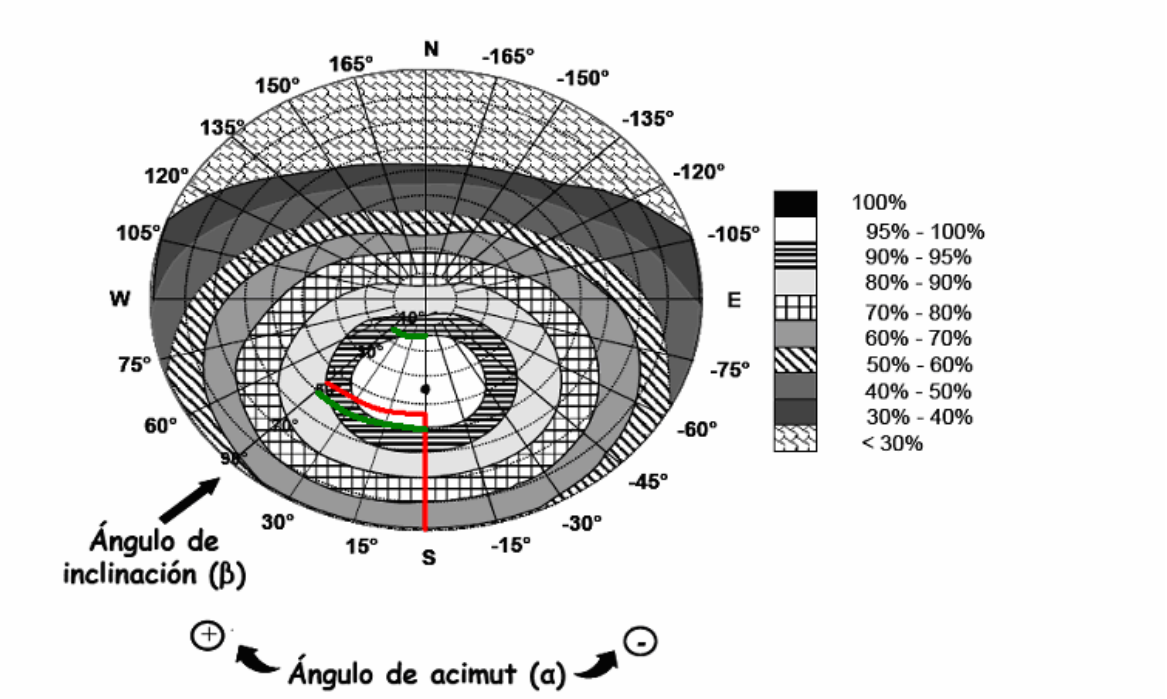


Figura 3.3
Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación.

De la gráfica se obtiene un % de energía del 95-100%, por lo que las pérdidas son del 0-5%.

Según los bordes de esa zona obtenemos las inclinaciones máxima y mínima permitidas, 50 y 25º, respectivamente. Todo esto es para el caso de latitud de 41º. Ahora corregimos los parámetros a la latitud de 36º que es la de la zona del Campus de Puerto Real.

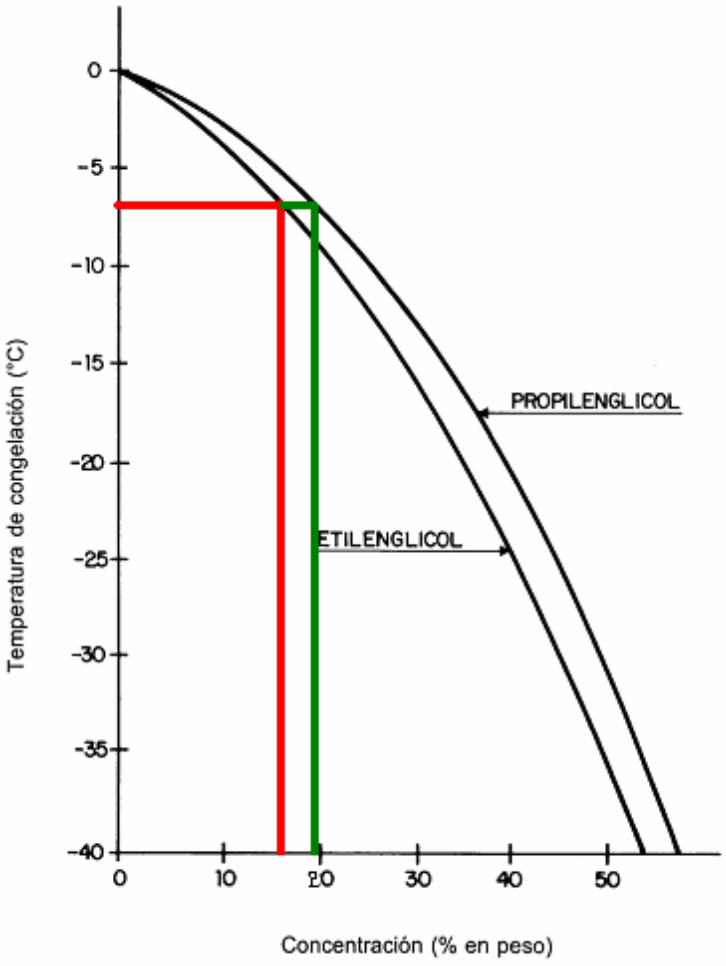
Inclinación máxima = inclinación (φ = 41º) – (41º - latitud)

Inclinación mínima = inclinación (φ = 41º) – (41º-latitud); siendo 5º su valor mínimo.

Inclinación máxima = 50º – (41º - 36º) = 45º

Inclinación mínima = 25 – (41º-36) = 20º

5. Cálculo de fluido caloportador.



6. Propiedades del fluido caloportador.

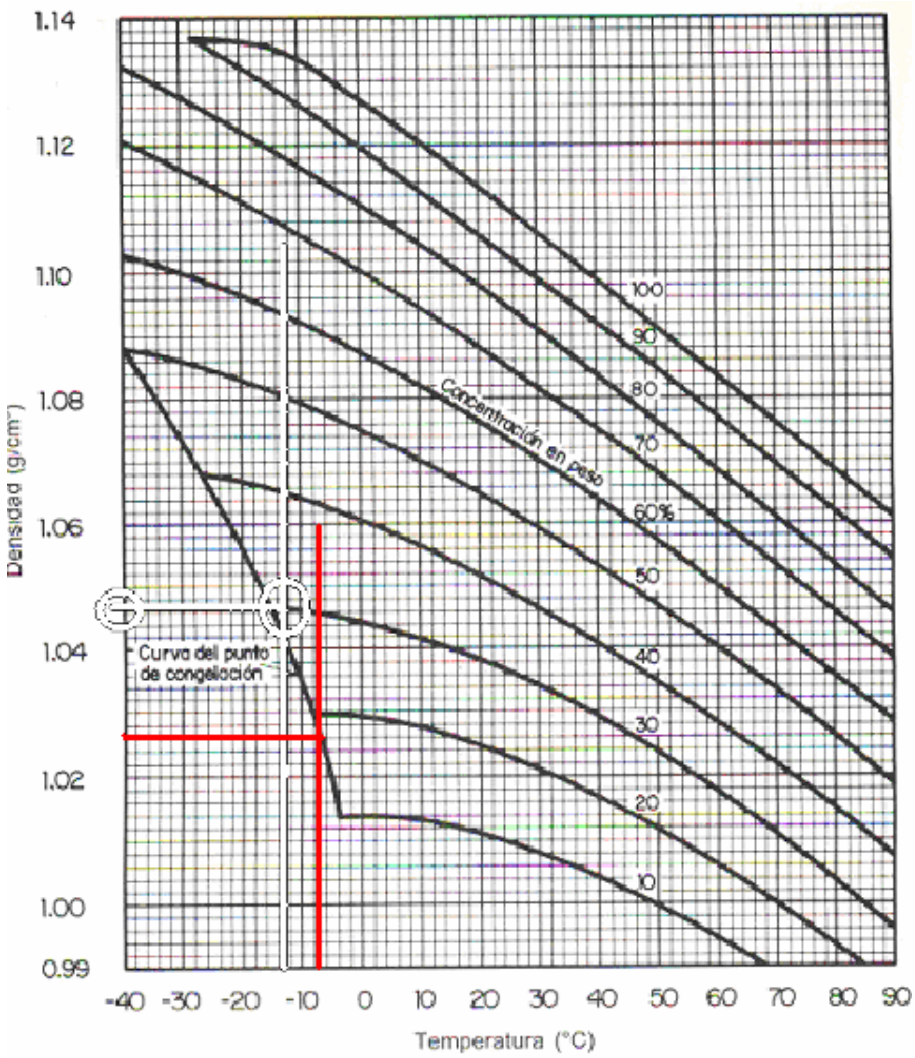


Gráfico. Densidad de una disolución de etilenglicol en función de la temperatura.

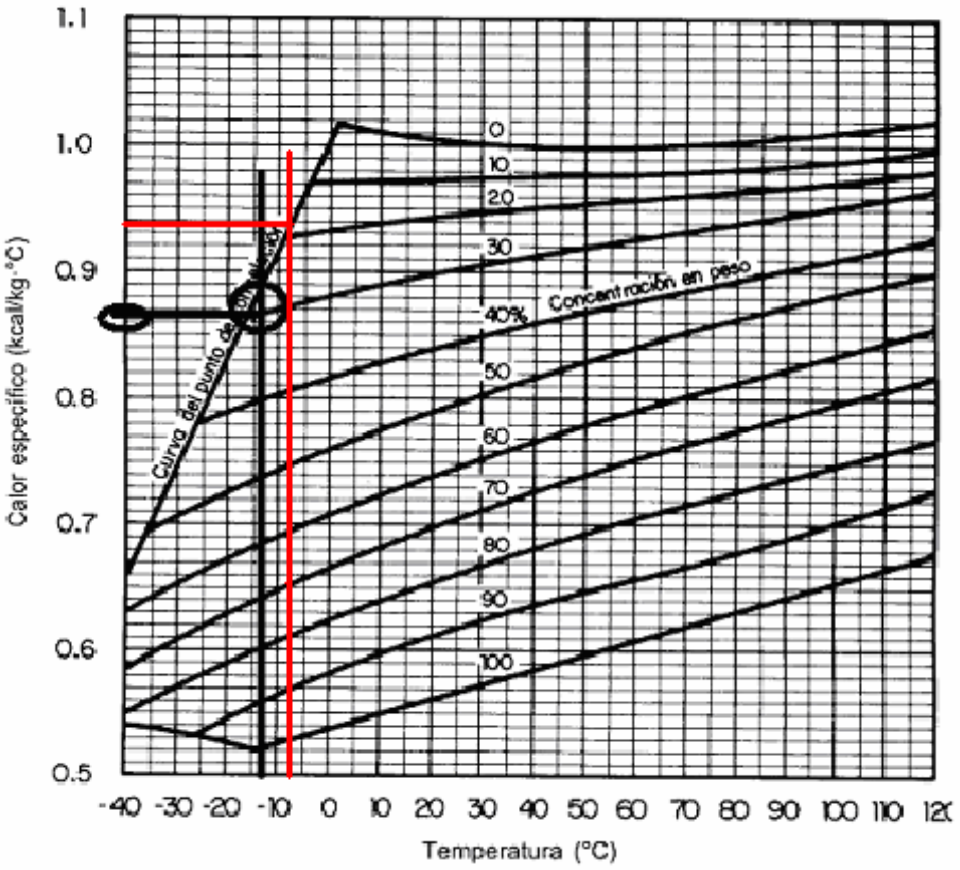


Gráfico. Calor Específico de una disolución de etilenglicol en función de la temperatura.

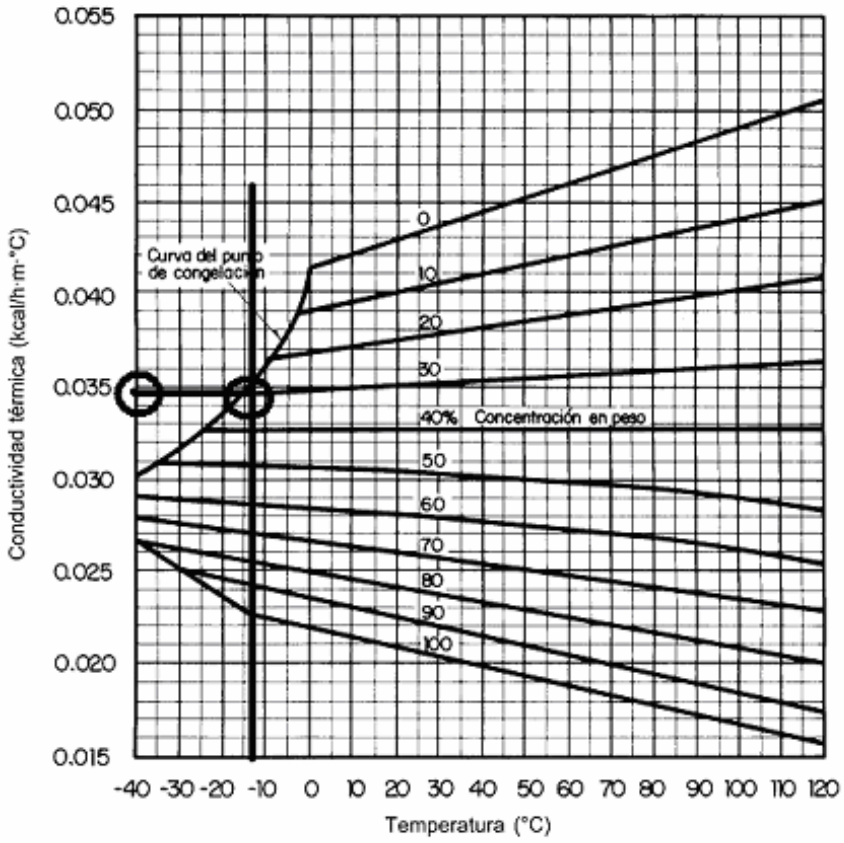


Grafico. Conductividad térmica de una disolución de etilenglicol en función de la temperatura.

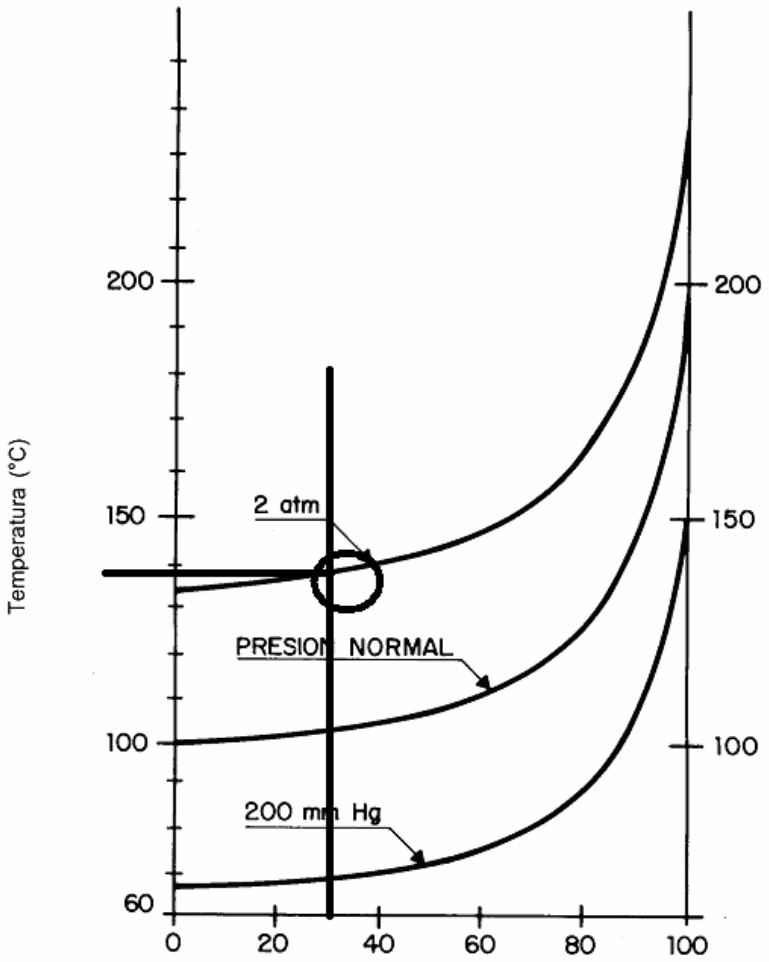


Grafico. Punto de ebullición de una disolución de etilenglicol, en función de la concentración.

7. Cálculo del salto térmico en el intercambiador.

El cálculo del salto térmico en el intercambiador de calor de placas se calculará mediante balance térmico de ambos fluidos.

Suponiendo una eficacia de intercambio del 100% el calor que cede el fluido caliente será aportado en su totalidad al fluido frío que lo usará para elevar su temperatura.

$$(m\ Cp\ \Delta T)\ primario = (m\ Cp\ \Delta T)\ secundario$$

La mayoría de los datos ya los conocemos:

m primario = 11714,45 L/h
Cp primario = 0,94 Kcal/ Kg ºC
ΔT primario = (78,33 – X)ºC

m secundario = 11000 L/h
Cp secundario = 1 Kcal/ Kg ºC
ΔT secundario = (70-40)ºC

Por lo tanto nuestra incógnita será la temperatura de salida del fluido caloportador a su salida del intercambiador de calor tras haber cedido su calor, que será a la temperatura a la que retorna al campo de colectores.

Usando algún ajuste de unidades y otros parámetros propios de los fluidos de intercambio, se calcula que dicha temperatura es de 49,12ºC.

Comprobación de la restricción normativa del salto térmico en el intercambiador de placas externo.

Se requiere que el intercambiador tenga una eficiencia tal que para una temperatura de diseño de entrada del primario de 50ºC, la temperatura de salida del secundario sea de al menos 45ºC.

$$\mu = \frac{T_{fs} - T_{fe}}{T_{ce} - T_{fe}}$$

En nuestro caso el intercambiador tiene una eficiencia de 0,75, por lo que:

$$0{,}75 = \frac{(T_{fs} - 40)}{(50 - 40)}$$

Despejando, T_{fs} = 47,5ºC, por lo que cumplimos con las restricciones normativas.

8. Intercambiador de placas.

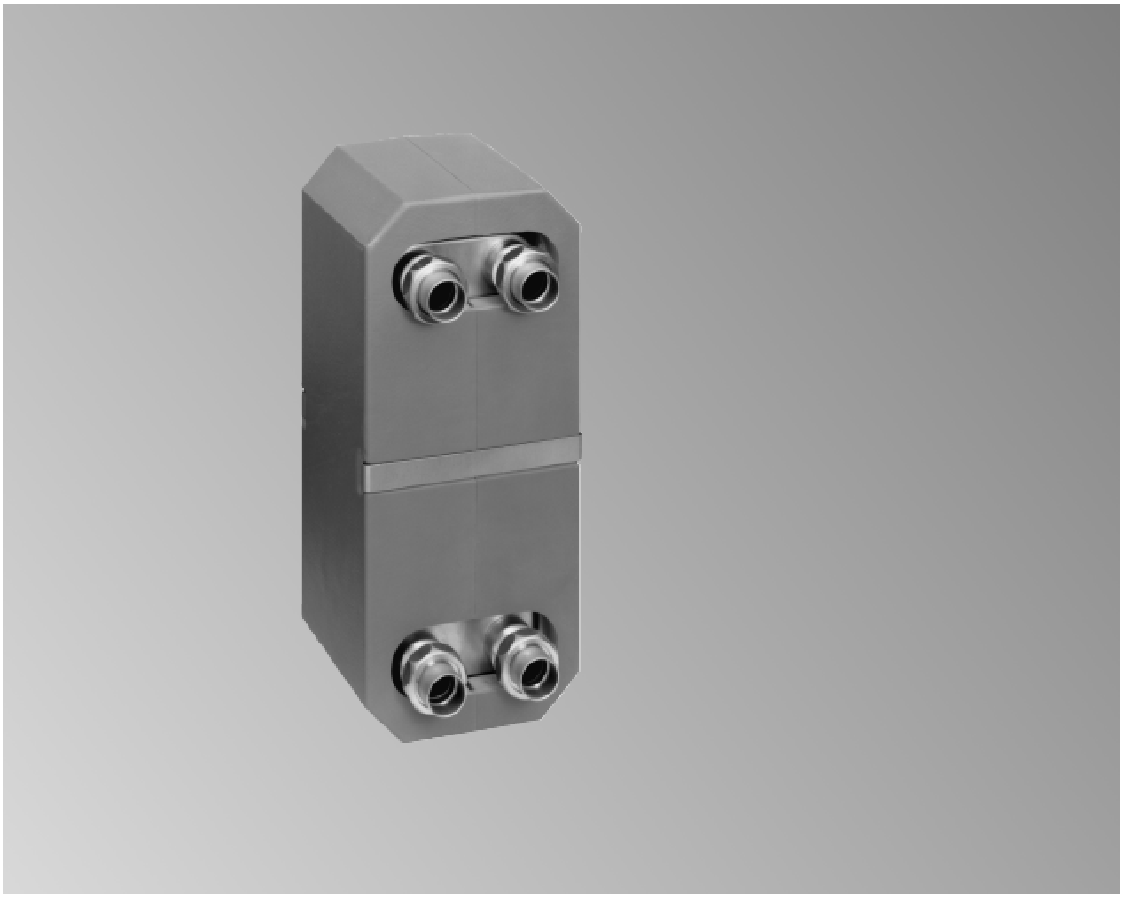
VIESSMANN

VITOTRANS 100

Intercambiador de placas

Datos técnicos

Nº de pedido y precios: véase la lista de precios



Carpeta Vitotec 2, Registro 27

Vitotrans 100

Modelo PWT

Para estaciones de transferencia en redes de suministro de calor, para separación de sistemas en instalaciones de calefacción con calefacción por suelo radiante, para la producción de A.C.S. y para instalaciones de energía solar.

Temperaturas en el circuito primario **hasta 130 ºC ó 200 ºC**

Placas del intercambiador de calor y conexiones **de acero inoxidable de alta aleación (1.4401)**

Con aislamiento térmico

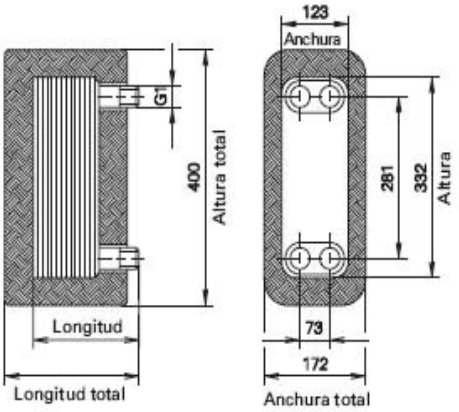
Certificado según DIN ISO 9001
Nº de registro de certificado 12 100 5581

Nº pedido de 3003 488 a 3003 495

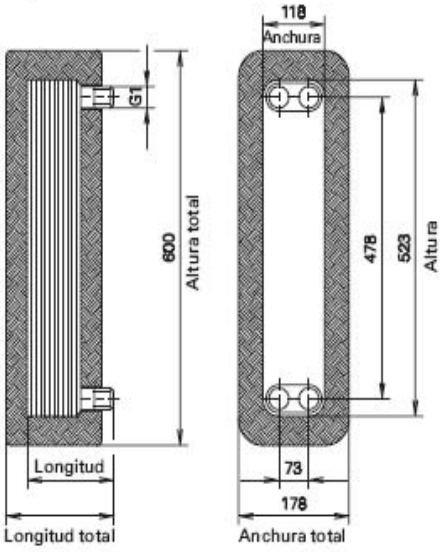
Datos técnicos

Vitotrans 100	Nº pedido	3003 488	3003 489	3003 490	3003 491	3003 492	3003 493	3003 494	3003 495
Dimensiones sin aislamiento térmico ni uniones roscadas									
Longitud	mm	100	148	196	244	96	128	165	211
Anchura	mm	123	123	123	123	118	118	118	118
Altura	mm	332	332	332	332	523	523	523	523
Dimensiones con aislamiento térmico									
Longitud total	mm	130	186	230	282	160	194	242	337
Anchura total	mm	172	172	172	172	178	178	178	178
Altura total	mm	400	400	400	400	600	600	600	600
Peso Intercambiador de calor con aislamiento térmico	kg	4,0	6,4	8,8	11,2	6,8	10,1	14,0	18,8
Capacidad c. primario/c. secundario	litros	0,54/0,60	1,14/1,2	1,74/1,8	2,34/2,4	0,85/0,95	1,52/1,62	2,28/2,37	3,22/3,32
Presión máx. de servicio admisible c. primario/c. secundario	bar	30	30	30	30	30	30	30	30
Temperatura de servicio admisible c. primario/c. secundario	°C	200	200	200	200	200	200	200	200
Conexiones c. primario/c. secundario	G (rosca ext.)	1	1	1	1	1	1	1	1

Nº pedido de 3003 488 a 3003 491



Nº pedido de 3003 492 a 3003 495



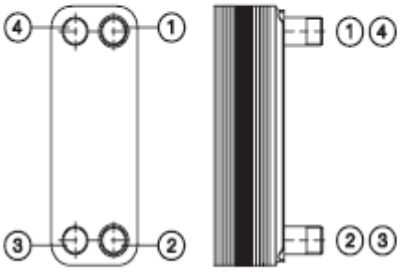
Potencia térmica con distintos saltos térmicos

Vitotrans 100			Nº pedido	3003 488	3003 489	3003 490	3003 491	3003 492	3003 493	3003 494	3003 495
Potencia térmica con temp. del agua de calefacción en el circ. primario ..../.... °C*1 y con temp. del agua de calefacción en el circ. **secundario** ..../.... °C*1	prim. 130/ 75 °C sec. 70/ 90 °C	kW		46*1	93*1	140*1	162*1	—	—	—	—
	prim. 130/ 70 °C sec. 68/ 88 °C	kW		46*1	93*1	140*1	162*1	—	—	—	—
	prim. 130/ 70 °C sec. 65/ 95 °C	kW		67	135	200	240	—	—	—	—
	prim. 130/ 65 °C sec. 60/ 90 °C	kW		69	140	210	240	—	—	—	—
	prim. 130/ 63 °C sec. 60/ 90 °C	kW		45	85	135	175	63*1	105*1	162*1	225*1
	prim. 130/ 50 °C sec. 45/ 85 °C	kW		50	100	150	200	83*1	140*1	216*1	300*1
	prim. 130/ 50 °C sec. 45/ 90 °C	kW		—	—	—	—	94*1	157*1	243*1	340*1
	prim. 130/ 50 °C sec. 45/ 95 °C	kW		—	—	—	—	105	175	270	370
	prim. 130/ 50 °C sec. 45/100 °C	kW		—	—	—	—	70	120	180	250
	prim. 130/ 50 °C sec. 45/110 °C	kW		—	—	—	—	26	45	67	93
	prim. 130/ 50 °C sec. 47/ 90 °C	kW		—	—	—	—	90	150	230	325
	prim. 130/ 50 °C sec. 47/100 °C	kW		—	—	—	—	40	72	105	145
	prim. 120/ 63 °C sec. 60/ 90 °C	kW		—	—	—	—	63*1	105*1	162*1	225*1
	prim. 120/ 60 °C sec. 55/ 85 °C	kW		58	115	175	230	—	—	—	—
	prim. 120/ 60 °C sec. 55/ 90 °C	kW		—	—	—	—	73*1	122*1	190*1	264*1
	prim. 120/ 55 °C sec. 50/ 90 °C	kW		—	—	—	—	83*1	140*1	216*1	300*1
	prim. 120/ 50 °C sec. 45/ 75 °C	kW		70	140	210	244*1	—	—	—	—
	prim. 120/ 50 °C sec. 45/ 90 °C	kW		—	—	—	—	94	157	240	340
	prim. 110/ 65 °C sec. 60/ 80 °C	kW		46*1	93*1	140*1	162*1	—	—	—	—
	prim. 110/ 60 °C sec. 55/ 90 °C	kW		—	—	—	—	73	122	190	264
	prim. 110/ 60 °C sec. 55/ 95 °C	kW		—	—	—	—	42	75	110	150
	prim. 110/ 50 °C sec. 45/ 90 °C	kW		—	—	—	—	48	80	120	170
	prim. 100/ 65 °C sec. 60/ 80 °C	kW		46	93	140	162	—	—	—	—
	prim. 100/ 55 °C sec. 50/ 90 °C	kW		—	—	—	—	20	34	50	70
	prim. 90/ 70 °C sec. 65/ 85 °C	kW		—	—	—	—	35	60	90	125
	prim. 90/ 70 °C sec. 60/ 80 °C	kW		46*1	93*1	140*1	162*1	—	—	—	—
	prim. 70/ 50 °C sec. 45/ 65 °C	kW		—	—	—	—	25	42	65	90
	prim. 70/ 50 °C sec. 40/ 50 °C	kW		23*1	46*1	70*1	81*1	—	—	—	—
	prim. 60/ 45 °C sec. 40/ 50 °C	kW		23*1	46*1	70*1	81*1	—	—	—	—
	prim. 50/ 40 °C sec. 35/ 45 °C	kW		18	37	55	75	—	—	—	—
	prim. 70/ 40 °C sec. 10/ 60 °C	kW		50	100	150	200	—	—	—	—
	prim. 70/ 30 °C sec. 10/ 60 °C	kW		—	—	—	—	75	135	200	275
	prim. 65/ 35 °C sec. 10/ 60 °C	kW		—	—	—	—	63	105	162	225

*1 *Las potencias están limitadas por la pérdida de carga.*

Pérdida de carga máx.:
Circuito primario 200 mbar
Circuito secundario 200 mbar

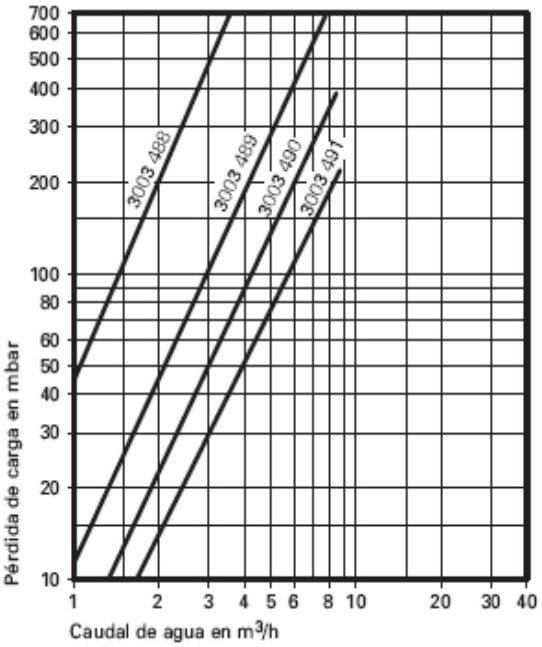
Conexiones posibles



	Entrada	Salida
primario secundario	1 3	2 4
primario secundario	2 4	1 3
primario secundario	3 1	4 2
primario secundario	4 2	3 1

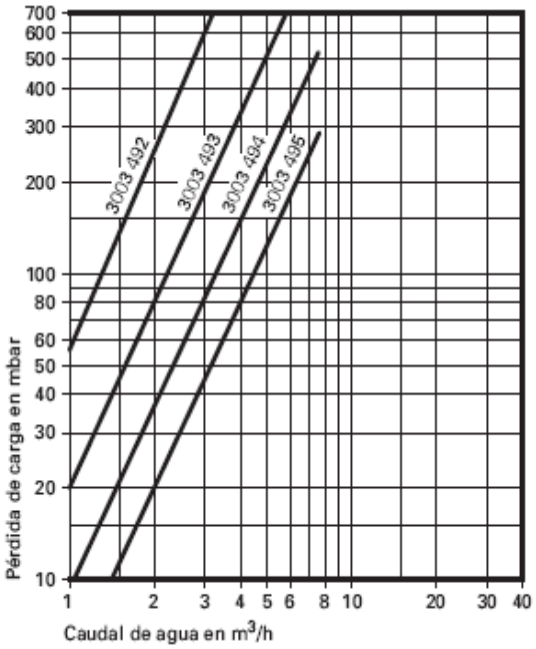
Pérdida de carga
Nº pedido de 3003 488 a 3003 491

del circuito primario y secundario

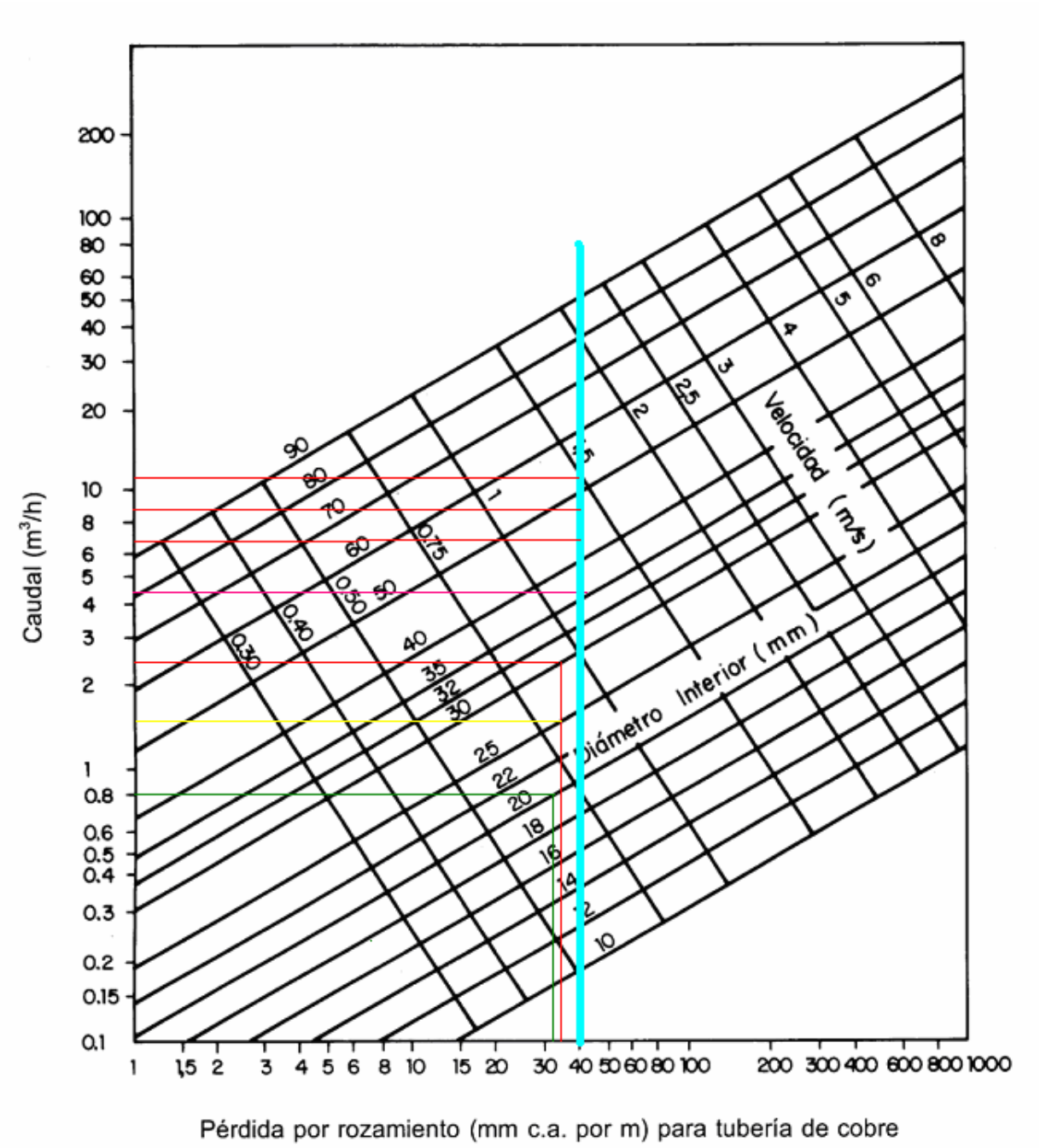


Nº pedido de 3003 492 a 3003 495

del circuito primario y secundario



9. Pérdidas por rozamiento en tuberías.



10. Características tubos de cobre según Norma 37.141-76.

Diàmetre nominal (mm)	Gruix (mm)	Diàmetre interior (mm)	Pes lineal (kg/m)	Superficie paret exterior (cm^2/m)	Secció interior (mm^2)	Capacitat (l/m)	Resistència Útil (kp/cm^2)	Resistència ruptura (kp/m^2)
6	0.75	4.5	0.110	188	16	0.016	147	733
	1	4	0.140		13	0.013	220	1100
8	0.75	6.5	0.152	251	33	0.033	102	510
	1	6	0.196		28	0.028	147	733
10	0.75	8.5	0.194	314	57	0.057	78	388
	1	8	0.252		50	0.050	110	550
12	0.75	10.5	0.236	377	87	0.087	63	314
	1	10	0.308		78	0.078	88	440
15	0.75	13.5	0.299	471	143	0.143	49	244
	1	13	0.391		133	0.133	68	338
18	0.75	16.5	0.362	565	214	0.214	40	199
	1	16	0.475		201	0.201	55	275
	1	20	0.587	691	314	0.314	44	220
22	1.2	19.6	0.698		302	0.302	54	269
	1.5	19	0.860		284	0.284	69	347
	1	26	0.753	880	531	0.531	34	169
28	1.2	25.6	0.899		515	0.515	41	206
	1.5	25	1.111		491	0.491	53	264
	1	33	0.951	1100	855	0.855	27	133
35	1.2	32.6	1.134		835	0.835	32	162
	1.5	32	1.405		804	0.804	41	206
	1	40	1.146	1319	1257	1.257	22	110
42	1.2	39.6	1.369		1232	1.232	27	133
	1.5	39	1.699		1195	1.195	34	169
54	1.2	51.6	1.172	1696	2091	2.091	20	102
	1.5	51	2.202		2043	2.043	26	129
63	1.5	6.	2.579	1979	2827	2.827	22	110
	2	59	3.411		2734	2.734	30	149
80	1.5	77	3.292	2513	4657	4.657	17	86
	2	76	4.362		4356	4.536	23	116
100	2	96	5.840	3142	7238	7.238	18	92
	2.5	95	6.815		7088	7.088	23	116

Taula 27. Característiques dels tubs de coure compresos en la norma UNE 37.141-76.

11. Características aislante seleccionado.

Tubolit®

Tubolit:
La nueva generación de Polietilenos

Estamos allí,
cuando nos necesita.

Ofrecer productos técnicamente óptimos es algo común para Armacell.

Sin embargo, en un tiempo de cambios permanentes, los aspectos ecológicos, la fiabilidad y sobre todo, la cooperación, tienen cada vez más importancia. Nos gustaría mostrarle lo que Vd. puede esperar de nosotros.

Óptimo tecnológicamente y ecológicamente idóneo.

Sin gas C.F.C.
ni H.C.F.C.

Los productos de la familia Tubolit son un aislamiento térmico y acústico de espuma de polietileno de alta calidad, que aseguran un excelente aislamiento de las instalaciones hidrosanitarias y de calefacción.

El proceso de fabricación de Tubolit permite obtener coquillas y planchas extremadamente estables.

Siguiendo la política medioambiental de Armacell y cumpliendo con la nueva regulación del Parlamento Europeo para la fabricación de espumas de polietileno, Tubolit se fabrica sin utilizar HCFC.

Ajustar ancho

Tubolit® DG

El efectivo aislamiento térmico en polietileno de alta calidad, en coquillas y planchas para instalaciones de calefacción e hidrosanitaria.
Flexible, resistente, duradero.

- Ahorro energético superior al 70% con 9 mm de espesor
- Amortiguación de vibraciones mecánicas
- Evita el goteo en las instalaciones de fontanería
- Protege las tuberías contra la corrosión
- Resistente a los materiales de construcción, es idóneo para empotrar
- Fácil de instalar, deslizando perfectamente el tubo en su interior
- Diversos espesores de aislamiento para los tipos de tuberías más usuales
- La presentación cerrada, semiabierta y abierta facilitan la instalación
- Suministrado en hojas para el aislamiento de tuberías de grandes diámetros y depósitos

Gama disponible:

Coquillas
Coquillas semi-abiertas
Coquillas abiertas
Planchas
Planchas en rollos

- Tubolit DG con espesor 20 mm. cumple con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) según Apéndice 03.1 hasta la Ref. 20-48.

Tubolit® S plus

Gama disponible:

Coquilla de protección para instalaciones empotradas

Coquillas en rollos

- Su capa interior lisa facilita y agiliza el embutido
- Protege las tuberías contra el goteo y materiales de construcción agresivos
- Protección duradera gracias a su resistente recubrimiento exterior
- Patente Europea de Producción EP 1 208 962

Tubolit® S plus

Breve descripción:	Aislamiento térmico en polietileno con recubrimiento de plástico adicional y capa interior para facilitar el embutido.
Material:	Espuma de polietileno. Color: azul.
Aplicación:	Aislamiento de tuberías de hidrosanitaria.
Campo de aplicación:	Para temperaturas de +10ºC a +95 ºC.
Conductividad térmica:	Coeficiente de conductividad térmica a 10 ºC: $\lambda = 0{,}04$ W/(m·K)
Peculiaridades:	Comportamiento al fuego: DIN4102 B-2
	Resistencia a los materiales de construcción: buena.
	Evita en gran medida, los ruidos y vibraciones de las instalaciones.
Gama disponible:	Coquillas en rollos de longitud 20 m., espesor 35 mm, para diámetros desde 12/15 hasta 55 mm.

Patente Europea de Producción EP 1 208 962

Accesorios para Tubolit

Adhesivo Armaflex 520:
El adhesivo Armaflex 520 garantiza una homogénea y fiable unión en las juntas.

Tubolit Clips Instalador:
Los clips Tubolit aseguran un montaje rápido y limpio de las coquillas aislantes Tubolit.
Se recomienda el uso de 3 clips por metro lineal.

Advertencias:

- Tubolit DG, expuesto a la intemperie, se protegerá inmediatamente después de pasadas 36 horas, y antes de 4 días, con un recubrimiento resistente a la radiación solar, recomendando Pintura Armafinish.
- **Para instalaciones en acero inoxidable recomendamos nuestro aislamiento flexible NH/Armaflex.**

Todos los datos e informaciones técnicas están basados en resultados obtenidos bajo condiciones normales de uso. Es responsabilidad de los receptores de estos datos e información, por su propio interés, consultar con Armacell a la hora de proyectar, a fin de que los datos e información suministrados puedan ser aplicados sin alteración en las áreas de uso concebidas.

armacell
advanced insulation and engineered foams

www.armacell.com
info.es@armacell.com

MIEMBRO DE andima

Armacell Iberia, S.L.

DELEGACIONES DE VENTAS

MADRID
Agustín de Foxá, 25 – 9ª
Teléf.: 913 14 77 67
Fax: 913 14 65 06
28036 MADRID

BARCELONA
Consell de Cent, 83-5º1ª
Teléf.: 934 25 23 25
Fax: 934 25 41 70
08015 BARCELONA

SEVILLA
Apartado 13224
Teléf.: 954 64 29 73
Fax: 954 64 29 73
41080 SEVILLA

BILBAO
Apartado 6180
Teléf.: 944 47 43 10
Fax: 944 47 64 11
48080 BILBAO

VALENCIA
Apartado 8086
Teléf.: 963 46 70 12
Fax: 963 46 50 68
46080 VALENCIA

VIGO
Apartado 3012
Teléf.: 986 22 08 89
Fax: 986 22 08 54
36200 VIGO

SERVICIO DE VENTAS:
BEGUR
Apartado de Correos, 2
Teléf. 972 61 34 19/20
Fax: 972 30 03 83
17200 PALAFRUGELL

Copyright: Armacell Iberia, S.L. · Sujeto a modificaciones.

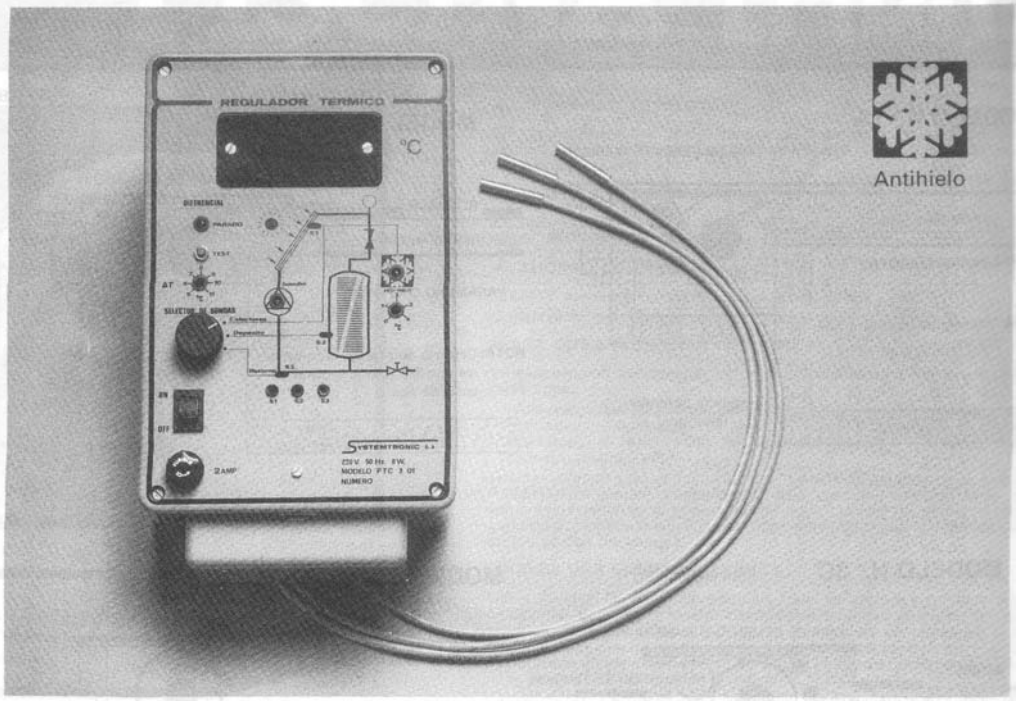
Impreso en España, 050-001-1203-E (E)

12. Sistema de control centralizado.

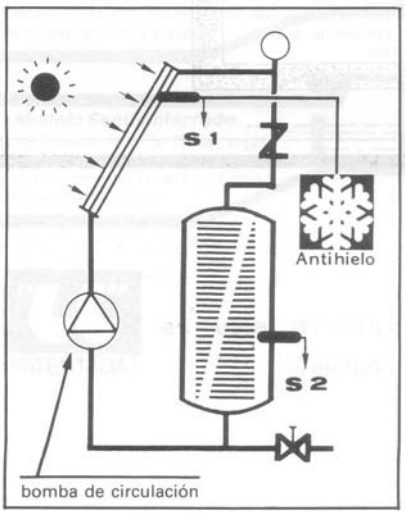
REGULADOR TERMICO DIFERENCIAL

MODELO: PTC 3101

SYSTEMTRONIC, S.A.



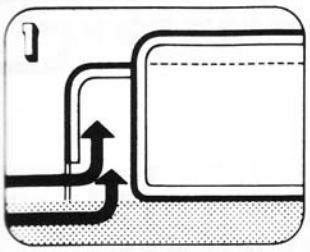
APLICACION:

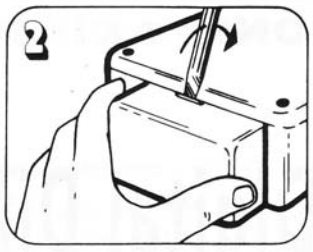


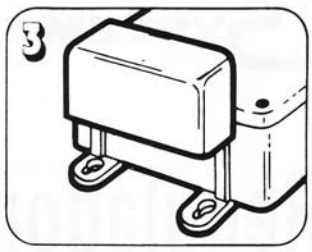
PROPIEDADES:

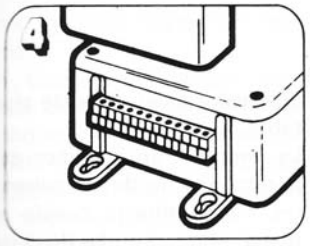
- El más económico del mercado.
- Lectura digital de temperaturas.
- Control directo de la bomba de circulación con relé de estado sólido.
- Tres sondas electrónicas con selector rotativo.
- Valor DELTA "T" ajustable
- Fiabilidad absoluta.
- Respuesta rápida.
- Fácil instalación
- Equipado con pulsador de "TEST".
- Con termostato "ANTIHIELO" Mod. PTC 3101
  Sin termostato "ANTIHIELO" Mod. PTC 3001

TV39



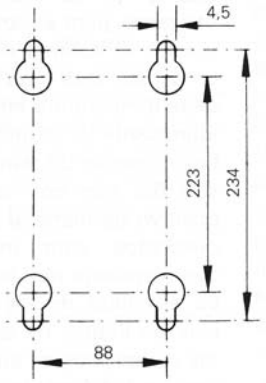




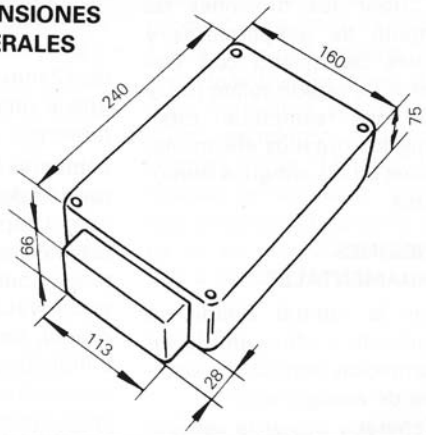


1. Tapa de bornes que permite una fácil entrada tanto para instalaciones empotradas como para instalaciones de superficie.
2. Sistema que permite sacar la tapa de bornes con rapidez y sin tornillos.
3. Fácil y disimulado sistema de fijación de la caja a la pared o a cualquier superficie.
4. La regleta de bornes permite conexionar el equipo sin necesidad de abrir la caja.

DETALLE TALADROS DE FIJACIÓN



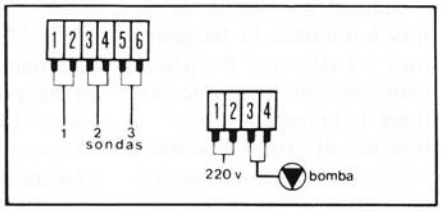
DIMENSIONES GENERALES



DATOS TECNICOS:

- Antihielo: ajustable de 0 ºC a 4 ºC histerisis de 2 ºC
- Precisión: 0,5 ºC
- Lectura: 0,1 ºC
- Salida bomba: 220 V. 1,5 A.
- Límite temp. sondas de -25 ºC a + 125 ºC
- Consumo 5 W. a 220 V. C.A. 50 Hz
- Temp. ambiente regulador 0 ºC a 40 ºC
- Sondas tipo "PTC" cable DATAX 0,6 M.
- Cápsula INOX ∅ 6 mm. L= 40 mm.
- Sobre demanda a 24 V. C.C.
- Sonda colectores tipo "PTC" cable Silicona 0,6 M

CONEXIONADO DE BORNES



DISTRIBUIDO POR:

13. Ficha técnica aerotermos seleccionados para evacuación de agua sobrecalentada.

TECNA

Tecnología de aislamientos y climatización, S.L.

AEROTERMO Serie X
De proyección vertical y gran alcance, con difusor CONE-JET instalado

AEROTERMOS PARA CALEFACIÓN INDUSTRIAL

TECNA THERM

JUCKER

La gama más amplia de aerotermos
Para agua caliente, agua sobrecalentada, vapor y aceite térmico

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS AEROTERMOS

$$\text{Caudal de agua necesario l/h} = \frac{\text{Potencia calorífica (kcal/h.)}}{\text{Salto Térmico del agua } (\Delta t)}$$

Altura de montaje: De 2,5 a 3 m. sobre el suelo para los modelos más pequeños y de 3 a 5,50 m. para los demás. Los modelos de techo de soplado vertical pueden instalarse entre 3 y 20 m. según tamaño.

Temperatura de entrada de aire: Debido a la tendencia del aire a estratificarse, a mayor altura, mayor será la temperatura de entrada del aire, que aumenta aproximádamente a razón de 1,2° C por metro por encima del nivel de trabajo.

Por ejemplo: Temperatura de diseño: 16°C a 1,5 m. del suelo. **Altura de montaje de los Aerotermos:** 4 m.

Temperatura de entrada del aire (Tea): 16° + 1,2 x (4-1,5) = 19°

Los Aerotermos por lo tanto deberán ser seleccionados para la potencia calorífica requerida a 19° C y no a 16° C.

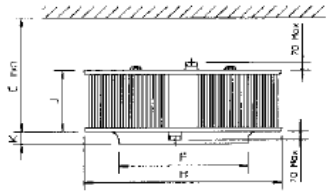
Temperatura de salida del aire: La temperatura de soplado no debe ser demasiado alta para evitar la estratificación y la tendencia del aire caliente a acumularse en el techo.

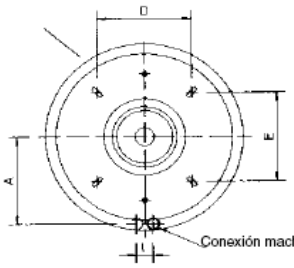
- Se recomienda como norma general una temperatura entre 30° y 50° C.
- La temperatura de salida del aire se determina por la fórmula. $\text{Tsa} = \text{Tea} + \frac{\text{Potencia Kcal/h.}}{\text{Q (m}^3\text{/h) x 0,3}}$

NÚMERO DE AEROTERMOS A INSTALAR

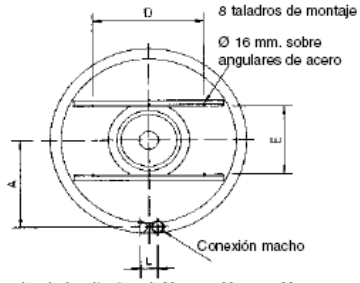
- El número de aerotermos a instalar depende básicamente del tipo de edificio, volumen, tipo de aislamiento etc. y por tanto es un trabajo a realizar por un proyectista cualificado.
- Además de la potencia calorífica necesaria, se debe tener en cuenta la **tasa de agitación del aire necesaria para realizar una buena homogeneización de las temperaturas en el local.**
- Las tasas de agitación satisfactorias son de 3 a 5 movimientos/hora del volumen total del local, en locales de menos de 5 m. de altura o inferiores a 10.000 m, y de 3 a 4 en locales de volumen superior a 10.000 m³ o más de 5 m. de altura.

DIMENSIONES (en mm)
AEROTERMOS Serie X

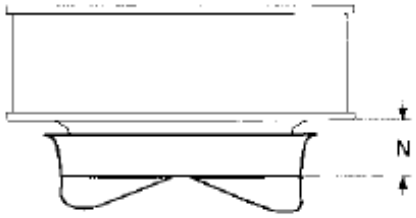




Vista desde lo alto (mod. X 140 - X 141 - X 220 - X 221 - X 350 - X 351 - X 450 - X 451 - X 550 - X 551).



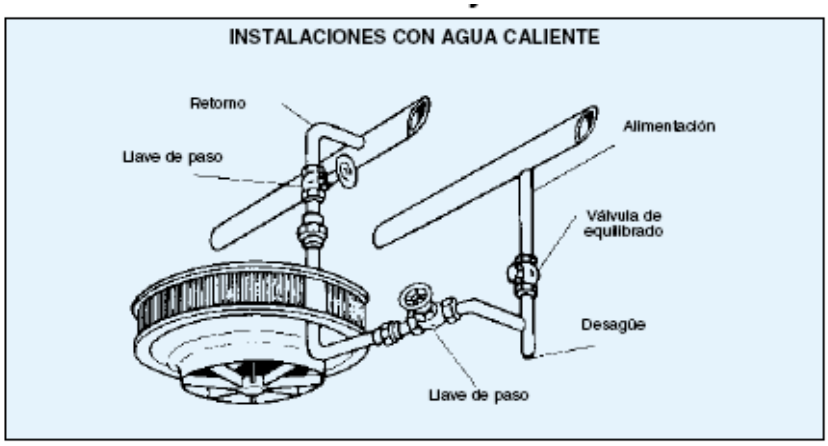
Vista desde lo alto (mod. X 610 - X 611 - X 710 - X 711 - X 830 - X 900 - X 901 - X 1040 - X 1041).



CONE-JET

MODELO	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	R	S	Ø VENT.	Conexión de agua Ø		PESO NETO APR. kg
X 140 -X 141 -X 142	282	-	368	419	242	419	-	631	168	47	60	30	145	290	280	-	406	1 ¼"	1 ¼"	18,8
X 220 -X 221 -X 222	407	-	374	619	357	495	-	885	174	57	60	30	160	340	315	-	482	1 ¼"	1 ¼"	31,8
X 350 -X 351 -X 352	407	-	450	619	357	495	-	885	250	57	60	30	160	340	315	-	482	1 ½"	1 ½"	43,5
X 430 -X 431 -X 432	407	-	530	619	357	546	-	885	326	57	60	30	165	340	440	147	527	1 ½"	1 ½"	56,0
X 550 -X 551 -X 552	407	-	530	619	357	546	-	885	326	57	60	30	165	340	440	147	527	1 ½"	1 ½"	58,0
X 610 -X 611 -X 612	508	-	673	610	405	571	-	1102	367	57	72	36	165	470	440	160	552	2"	2"	86,0
X 710 -X 711 -X 712	508	-	673	610	405	698	-	1102	367	70	72	36	212	470	-	160	680	2"	2"	99,0
X 830 -X 831 -X 832	508	-	787	610	405	698	-	1102	481	70	72	36	212	470	-	160	680	2"	2"	101
X 940 -X 941	613	611	791	610	755	775	-	1310	485	77	-	-	212	550	-	166	755	2 ½"	2 ½"	130
X 1040 -X 1041 -X 1042	610	-	791	610	755	775	-	1310	485	77	88	44	212	550	-	166	755	2 ½"	2 ½"	130

Esquemas de instalaciones



Serie X
Con difusor CONE-JET instalado

Código N° de polos	Potencia calorífica Kcal/h(kw)	Caudal de aire m3/h.	T° salida del aire °C.	Radio de acción Sin difusor h max.x AxB B = 60%A	Con difusor CONE-JET aletas verticales hmax. x AxB(70%)	Con difusor CONE-JET aletas a 45° h max. x AxB	Nivel sonoro dbA	Caudal de agua l/h con∆t=15°C	Potencia motor kw.	PRECIO € sin difusor	PRECIO € con difusor CONE-JET
Con motor 6 polos 1 y 2 velocidades, 950/730 rpm., IP44, aislamiento clase E, Trifásicos380 V./2 vel. y 220/380 V./1 vel.											
X 712/6/2vel.	78400 (91,1)	12.200	38,6	10,4x21,9x13,2	15,6x18,6x13	8,7x24,5x17,2	58	4.947	0,330	1.214	1.337
X 832/6/2vel.	102350 (119)	17.250	36,6	11,9x25,2x15,1	18,1x22,4x15,7	8,6x25,9x18,1	58	6.463	0,630	1.530	1.653
X1041/6/1vel.	113200 (132)	21.750	33,8	14,9x28,6x17,2	21,7x10,7x7,5	10,7x29,7x20,8	60	7.133	1,250	1.878	2.011
X1042/6/1vel.	123750 (144)	21.750	35,7	14,2x27,2x16,3	20,7x10,2x7,2	10,2x28,3x19,8	60	7.817	1,250	1.900	2.033

14. Purgador seleccionado.

SOLECO
Marqués de Monistrol, 19
08970 – Sant Joan Despí (BCN)
T. 93 477 42 35
F. 93 477 4236

TARIFA DE PRECIOS

PURGADOR AUTOMÁTICO ESPECIAL SOLAR

Purgador de aire automático para instalaciones de energía solar, de latón, con tapa inspeccionable, apto para mezcla de agua/glicol.

PRECIOS:

Modelo	Descripción	€
Purgador	Purgador automático 160º	18,90

CARACTERÍSTICAS:

- Presión máxima de trabajo: 12 bar
- Temperatura máxima de trabajo: 160ºC

15. Ficha técnica de las bombas seleccionadas.

EBARA

LPS

ELECTROBOMBA MONOBLOC IN-LINE Acero Inox. AISI 304

Electrobomba centrífuga In-Line para Calefacción, Agua Caliente Sanitaria y Aire Acondicionado. Adecuada en sistemas de calefacción domésticos e Industriales, circulación de agua caliente sanitaria, sistemas de calefacción y refrigeración, vehiculación de líquidos a baja presión.

PRESTACIONES

• Máxima presión de aspiración positiva:

	Trif.	Monof.
25 LPS	2 bar	2 bar
32-40-50 LPS	4 bar	2 bar

• Temperatura máx. del líquido vehiculado: -10ºC/+100ºC

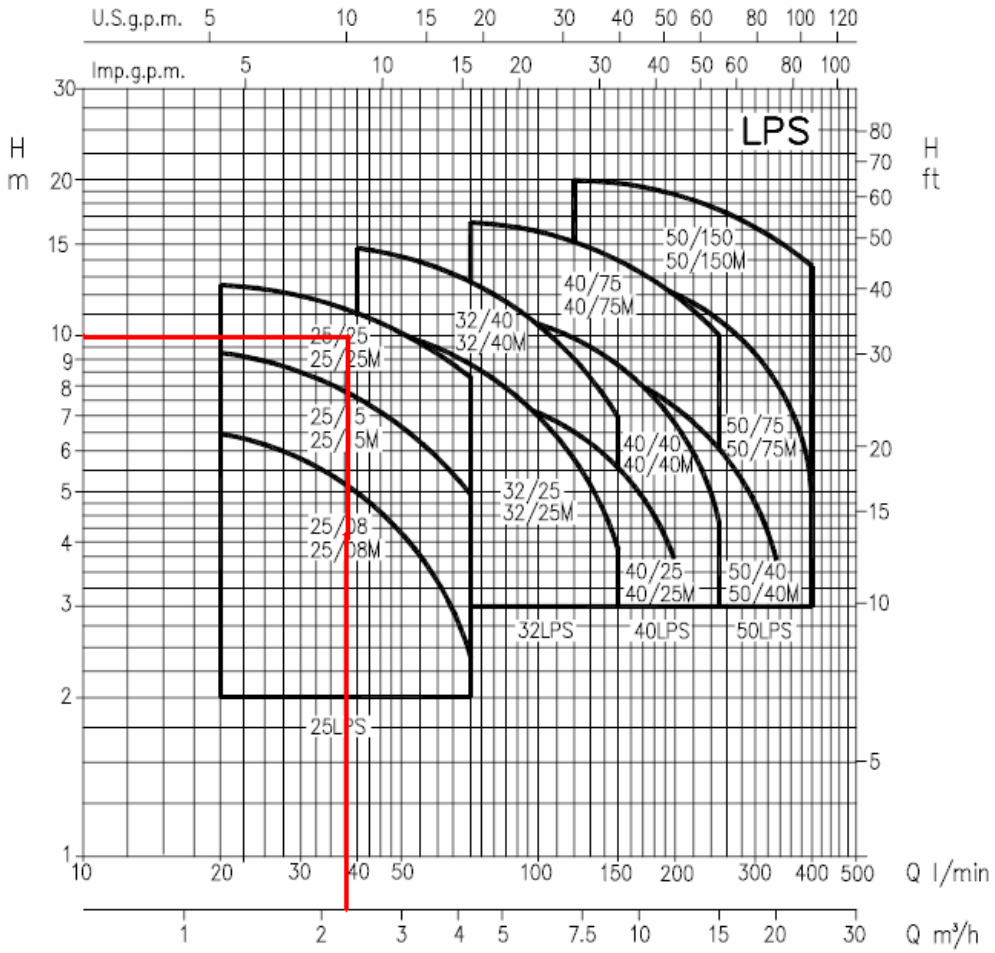
MATERIALES

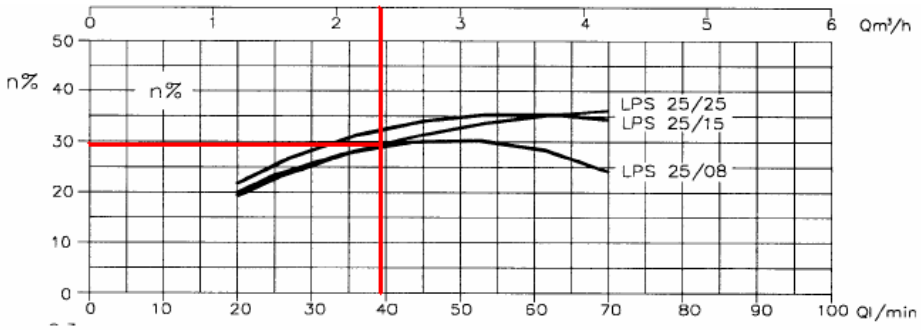
• Cuerpo de impulsión e impulsor: Ac. Inox. AISI 304

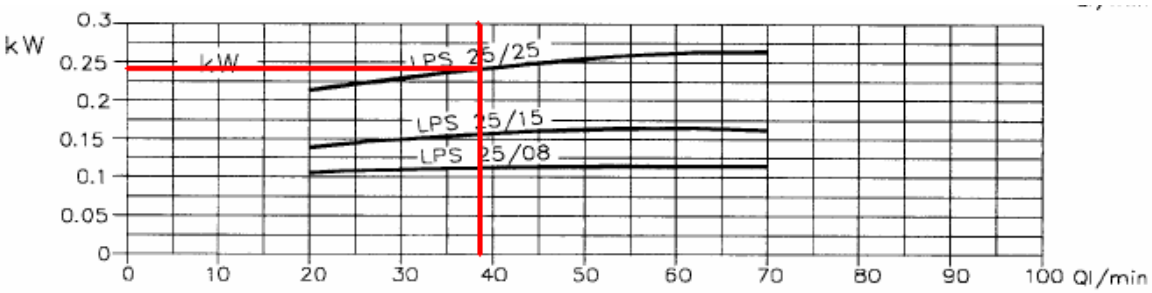
• Eje motor: Ac. Inoxidable AISI 303
• Carcasa de motor: Aluminio
• Cierre mecánico: carbón/Carámica/NBR

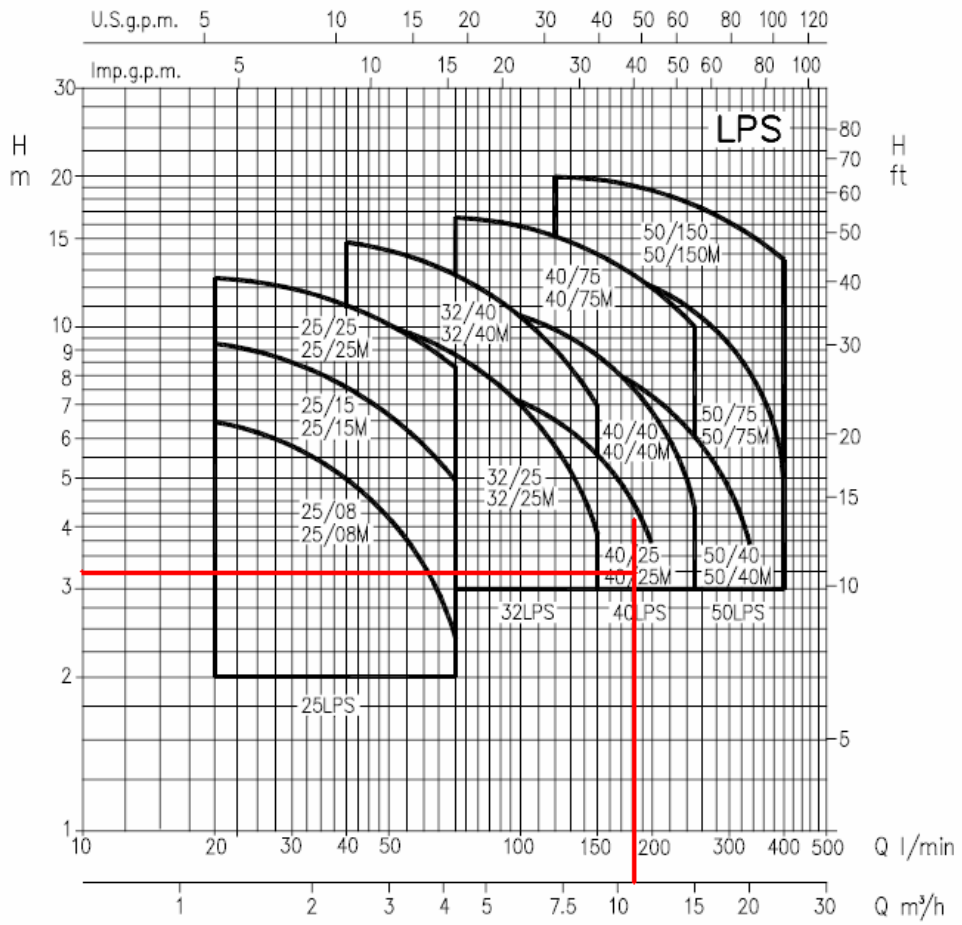
DATOS TÉCNICOS

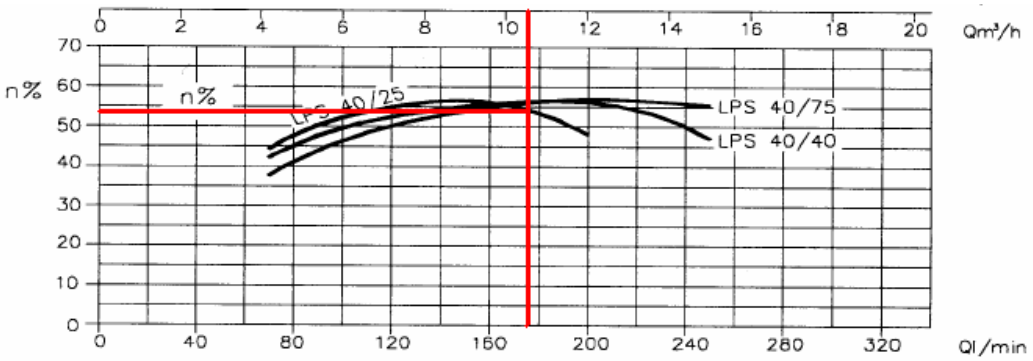
• Motor asíncrono, 2 polos
• Aislamiento Clase F
• Protección IP55
• Monofásica 230V ± 10% 50 Hz
• Trifásica 400V ± 10% 50Hz
• Condensador y protección termoamperimétrica de rearme automático incorporados (monofásica)
• Bridas de asp./Imp.: PN 10

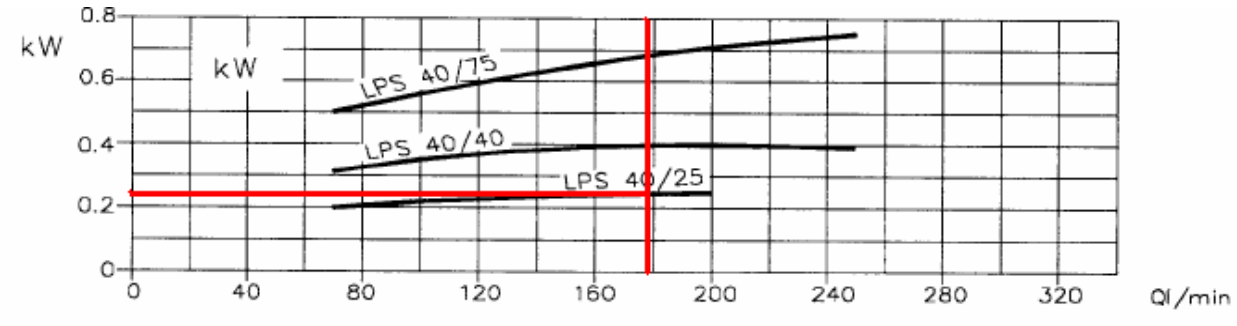

U.S.g.p.m.
Imp.g.p.m.
LPS
H m
H ft
Q l/min
Q m³/h
50/150
50/150M
40/75
40/75M
32/40
32/40M
25/25
25/25M
25/15
25/15M
25/08
25/08M
50/75
50/75M
40/40
40/40M
32/25
32/25M
40/25
40/25M
50/40
50/40M
32LPS
40LPS
50LPS
25LPS


Qm³/h
n%
LPS 25/25
LPS 25/15
LPS 25/08
Ql/min


kW
LPS 25/25
LPS 25/15
LPS 25/08
Ql/min


U.S.g.p.m.
Imp.g.p.m.
LPS
H m
H ft
Q l/min
Q m³/h
25/25
25/25M
25/15
25/15M
25/08
25/08M
25LPS
32/40
32/40M
32/25
32/25M
32LPS
40/75
40/75M
40/40
40/40M
40/25
40/25M
40LPS
50/150
50/150M
50/75
50/75M
50/40
50/40M
50LPS


n%
Qm³/h
Ql/min
LPS 40/75
LPS 40/40



DIMENSIONES

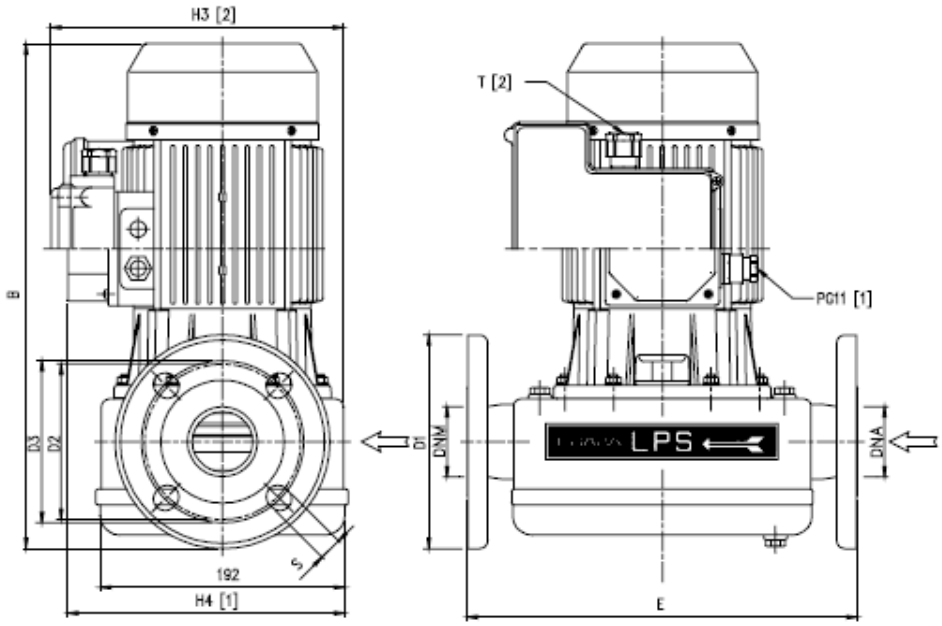


TABLA DE DIMENSIONES

Modelo	Dimensiones (mm)											Peso Kg
	E	B	H3	H4	T	DNA	DNM	D1	D2	D3	S	
					1~							
LPS 25/08	300	320,5	181	171	PG11	25	25	115	85	85	14	12,8
LPS 25/15	300	320,5	181	171	PG11	25	25	115	85	85	14	12,8
LPS 25/25	300	320,5	181	171	PG11	25	25	115	85	85	14	12,9
LPS 32/25	305	340	181	171	PG11	32	32	140	100	100	18	14,6
LPS 32/40	305	340	181	171	PG11	32	32	140	100	100	18	14,6
LPS 40/25	305	345	181	171	PG11	40	40	150	105	110	18	13,0
LPS 40/40	305	345	181	171	PG11	40	40	150	105	110	18	14,0
LPS 40/75	305	345	181	171	PG11	40	40	150	105	110	18	13,0
LPS 50/40	310	357,5	181	171	PG11	50	50	165	120	125	18	14,5
LPS 50/75	310	357,5	181	171	PG11	50	50	165	120	125	18	15,0
LPS 50/150	310	389,5	213	194	PG13,5	50	50	165	120	125	18	18,5

7. PLIEGO DE CONDICIONES

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DE LOS PLIEGOS
   1.1 Objetivo.
   1.2 Cuerpo normativo.
   1.3 Documentos que definen las obras.
   1.4 Compatibilidad y relaciones entre dichos documentos.

2. CONDICIONES GENERALES FACULTATIVAS
   2.1 Obligaciones del contratista
   2.2 Facultades de la dirección técnica

3. CONDICIONES GENERALES ECONÓMICAS
   3.1 Mediciones
   3.2 Valoraciones

4. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES LEGALES
   4.1 Recepción de obras
   4.2 Cargos al contratista
   4.3 Disposiciones varias

5. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS
   5.1 Condiciones generales
   5.2 Condiciones que han de cumplir los materiales
   5.3 Condiciones para la ejecución de las unidades de obra
   5.4 Control de calidad.
   5.5 Materiales y unidades de obra no especificadas.

6. CUMPLIENTO DE LOS PLAZOS

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DE LOS PLIEGOS.

1.1 Objetivo.

El presente pliego regirá en unión de las disposiciones que con carácter general y particular se indican, y tienen por objeto la ordenación de las condiciones técnico-facultativas que han de regir en la ejecución de las obras del proyecto de construcción de la planta en la población.

1.2 Cuerpo normativo.

El cuerpo normativo de aplicación en la ejecución de las obras objeto del presente proyecto será el formado por toda la LEGISLACIÖN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO que le sea de aplicación en la fecha de la forma del Contrato de adjudicación de las obras.

Si entre la normativa de aplicación existiesen discrepancias, se aplicarán las más restrictivas, salvo que por parte de la Dirección Facultativa se manifieste por escrito lo contrario en el libro de Órdenes.

Será de responsabilidad del Contratista cualquier decisión tomada en los supuestos anteriores si no está firmada en el Libro de Órdenes por la Dirección Facultativa y por tanto estará obligado a asumir las consecuencias que deriven de las órdenes que debe tomar la Dirección Facultativa para corregir la situación creada.

1.3 Documentos que definen las obras.

El presente pliego, conjuntamente con los documentos, Memoria, Planos y Mediciones y Presupuesto, forman el proyecto que servirá de base para la ejecución de las obras. Los planos constituyen los documentos que definen la obra en forma geométrica y cuantitativa.

1.4 Compatibilidad y relaciones entre dichos documentos.

Lo mencionado en los pliego de condiciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y los Pliegos de Condiciones, prevalecerá en estos últimos.

Las omisiones en Planos y Pliegos de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o la intención expuestos en los Planos y Pliegos de Condiciones , o que, por su uso y costumbre, deben ser realizados, no sólo no eximen el contratista de la obligación de ejecutar esos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubiera sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliegos de Condiciones sin que suponga variación en el presupuesto de la unidad o el capítulo.

2. CONDICIONES GENERALES FACULTATIVAS

2.1. Obligaciones del contratista

Artículo 1. Condiciones técnicas.

Las presentes condiciones técnicas serán de obligada observación por el contratista a quien se adjudique la obra, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar la obra con estricta sujeción a las mismas en la propuesta que formule y que sirva de base a la adjudicación.

Artículo 2. Marcha de los trabajos.

Para la ejecución del programa de desarrollo de la obra, el contratista deberá tener siempre en la obra un número de obreros proporcionado a la extensión de los trabajos y clases de estos que estén ejecutándose.

Artículo 3. Personal.

Todos los trabajos han de ejecutarse por personas especialmente preparadas. Cada oficio ordenará su trabajo armónicamente con los demás procurando siempre facilitar la marcha de los mismos, en ventaja de la buena ejecución y rapidez de la construcción, ajustándose a la planificación económica prevista en el proyecto.

El contratista permanecerá en la obra durante la jornada de trabajo, pudiendo estar representado por un encargado apto, autorizado por escrito, para recibir instrucciones verbales y firmar recibos y planos o comunicaciones que se lo dirijan.

Artículo 4. Precauciones a adoptar durante la construcción.

Las precauciones a adoptar durante la construcción serán las previstas en la reglamentación sobre seguridad y salud en el trabajo y prevención de riesgos laborales.

El contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a los que se dicten la ejecución de las obras.

Artículo 5. Responsabilidades del contratista.

En la ejecución de las obras que se hayan contratado, el contratista será el único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que pudiera costarle, ni por las erradas maniobras que cometiese durante la construcción, siendo de su cuenta y riesgo e independiente de la inspección del Ingeniero. Asimismo será responsable ante los Tribunales de los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran, tanto en la construcción como en los andamios, ateniéndose en todo a las disposiciones y leyes comunes sobre la materia.

Artículo 6. Desperfectos en propiedades colindantes.

Si el contratista causase algún desperfecto en propiedades colindantes tendrá que restaurarlas por su cuenta dejándolas en el estado en que las encontró al comienzo de la obra. El contratista adoptará cuantas medidas encuentre necesarias para evitar la caída de operarios, desprendimiento de herramientas y materiales que puedan herir o matar a alguna persona.

Artículo 7. Seguro de incendios.

Queda obligado el contratista a asegurar las obras en Compañía de reconocida solvencia inscrita en el registro de Ministerio de Hacienda en virtud de la vigente Ley de Seguros. En caso de no asegurar las obras se entiende que es el contratista el asegurador.

La póliza habrá de extenderse con la condición especial de que si bien el contratista la suscribe con dicho carácter es requisito indispensable que, en caso de siniestros una vez justificada su cuantía, el importe íntegro de la indemnización lo cobre la entidad propietaria, para ir pagando la obra que se reconstruya a medida que ésta se vaya realizando, previstas las certificaciones facultativas, como los demás trabajos de la construcción.

Artículo 8. Obligaciones no especificadas.

Es obligación del contratista ejecutar cuanto sea necesario para la terminación completa y buena construcción y aspecto de las obras, aunque algún detalle complementario no se halle expresamente determinado en estas condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero-Director.

Las dudas que pudieran ocurrir en las condiciones y demás documentos del contrato se resolverán por el Ingeniero-Director así como la inteligencia e interpretación de los planos, detalles y descripciones debiendo someterse el contratista a lo que dicho facultativo decida.

Artículo 9. Documentos que puede reclamar el contratista.

El contratista conforme a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones, podrá sacar a sus expensas copias de los documentos del Proyecto de Contrata, cuyos originales le serán facilitadas por el Ingeniero-Director, el cual autorizará con su firma las copias, si el contratista las desea.

Artículo 10. Seguros.

El contratista estará asegurado en Compañía solvente o Ingeniero-Director para cubrir todos los accidentes que ocurran en la obra, si la Compañía no los abonase, los abonará el contratista directamente.

En cualquier momento estos documentos podrán ser exigidos por la propiedad y la Dirección Facultativa.

2.2. Facultades de la dirección técnica

Artículo 1.Interpretación de los documentos de proyecto.

El contratista queda obligado a que todas las dudas que surjan en la interpretación de los documentos del Proyecto o posteriormente durante la ejecución de los trabajos serán resueltas por la Dirección Facultativa de acuerdo con el "Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura", Pliego de Condiciones que queda en su articulado incorporado al presente e las Condiciones Técnicas.

Las especificaciones no descritas en el presente Pliego con relación al Proyecto deben considerarse como datos en cuenta en la formulación del Presupuesto por parte de la empresa que realice las obras así como el grado de calidad de las mismas.

En las circunstancias en la que se vertieran conceptos en los documentos escritos que no fueran reflejados en los Planos del Proyecto, el criterio a seguir lo decidirá la Dirección Facultativa de las obras, recíprocamente cuando en los documentos gráficos aparecieran conceptos que no se ven reflejados en documentos escritos, la especificación de los mismos, será decidida por la Dirección Facultativa de las obras.

La Contrata deberá consultar previamente cuantas dudas estime oportunas para una correcta interpretación de la calidad constructiva y de características del Proyecto.

Artículo 2. Aceptación de materiales.

Los materiales serán reconocidos antes de su puesta en obra por la Dirección Facultativa, sin cuya aprobación no podrán emplearse en dicha obra; para ello la contrata proporciona al menos dos pruebas para su examen por parte de la Dirección Facultativa, ésta se reserva el derecho de desechar aquellos que no reúnan las condiciones que a su juicio, no considera aptas. Los materiales desechados serán retirados de la obra en el plazo más breve. Las muestras de los materiales una vez han sido aceptadas, serán guardados juntamente con los certificados de los análisis para su posterior comparación y contraste.

Artículo 3. Mala ejecución.

Si a juicio de la Dirección Facultativa hubiera alguna parte de la obra mal ejecutada, el contratista tendrá la obligación de demolerla y volverla a realizar cuantas veces sea necesario, hasta que quede a satisfacción de dicha Dirección , no otorgando estos aumentos de trabajo derecho a percibir ninguna indemnización de ningún género, aunque las condiciones de mala ejecución de la obra se hubiesen notado después de la recepción provisional, sin que ello en los plazos parciales o en el total de ejecución de la obra.

Artículo 4. Reformas en el proyecto.

Si durante el curso de las obra el Ingeniero-Director estimase conveniente introducir modificaciones en el proyecto, el contratista estará obligado a realizarlas siempre y cuando la cantidad de obras proyectadas no aumentasen en una sexta parte las de igual índole, consignadas en el Presupuesto de Contrata, abonándosele la parte que resulte con arreglo a los precios del Proyecto.

DISPOSICIONES VARIAS.

Artículo 1. Replanteo.

Como actividad previa a cualquier otra de la obra se procederá por la Dirección Facultativa a la comprobación del replanteo de las obras en presencia del Contratista marcando sobre el terreno conveniente todos los puntos necesarios para su ejecución. De esta operación se extenderá acta por duplicado que firmar la Dirección Facultativa y la Contrata, la cuál, facilitará por su cuenta todos los medios necesarios para la ejecución de los referidos replanteos y señalamiento de los mismos, cuidando bajo su responsabilidad de las señales o datos fijados para su determinación. Asimismo para el resto de replanteos que se verifiquen en la obra, éstos se realizarán por el Contratista con la consiguiente aprobación de la Dirección Facultativa para el inicio de la correspondiente unidad.

Artículo 2. Libro de Órdenes, Asistencia e Incidencias.

Con objeto de que en todo momento se pueda tener un conocimiento exacto de la ejecución e incidencias de la obra, se llevará, mientras dure la misma, el libro de Órdenes, Asistencia e Incidencias, en el que se reflejarán las visitas facultativas realizadas por la Dirección de la obra, incidencias surgidas y en general, todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si se han cumplido por la contrata los plazos y fases de ejecución previstas para la realización del proyecto.

El Ingeniero-Director de la obra, y los demás facultativos colaboradores en la dirección de las mismas, irán dejando constancia, mediante las oportunas referencias, de sus visitas e inspecciones y las incidencias que surjan en el transcurso de ellas y obliguen a cualquier modificación en el proyecto o la ejecución de las obras, las cuales serán de obligado cumplimiento.

Las anotaciones en el libro de Órdenes, Asistencia e Incidencias, darán fé a efectos de determinar las posibles causas de resolución e incidencias del contrato. Sin embargo, cuando el contratista no estuviese conforme, podrá alegar en su descargo todas aquellas razones que abonen su postura, aportando las pruebas que estime pertinentes. Efectuar una orden a través del correspondiente asiento en este Libro, no será obstáculo para que cuando la Dirección Facultativa lo juzgue conveniente, se efectúe la misma también por oficio. Dicha orden se reflejará también en el Libro de Ordenes.

Artículo 3. Modificaciones en la unidades de Obra.

Cualquier modificación en las unidades de obra que suponga la realización de distinto número de aquellas, más o menos de las figuradas en el estado de mediciones del presupuesto, deberá ser conocida y aprobada previamente a su ejecución por el Director Facultativo, haciéndose constar en el Libro de la Obra, tanto la autorización citada como la comprobación posterior de su ejecución.

En caso de no obtener esta autorización, el contratista no podrá pretender ,en ningún caso, el abono de las unidades de obra que se hubiesen ejecutado de más respecto a las figuradas en el proyecto.

Artículo 4. Controles de obra: Pruebas y ensayos.

Se ordenará cuando se estime oportuno, realizar las pruebas y ensayos, análisis y extracción de muestras de obra realizada para comprobar tanto los materiales como las unidades de obra están en plenas condiciones y cumplen lo establecido en este Pliego. El abono de todas las pruebas y ensayos será de cuenta del contratista.

Artículo 5. Correspondencia oficial.

El contratista tendrá derecho a que se le acuse recibo, si lo pide, de las comunicaciones y reclamaciones que dirija al Ingeniero-Director y a su vez está obligado a devolverlas a dicho Ingeniero, ya en originales , ya en copias, todas las órdenes y avisos que de él reciba poniendo al pie el "enterado" y su firma.

Artículo 6. Accesos a la obra.

Se facilitarán los accesos a todas las partes de la obra por medio de chaperas, andamiaje con tablones, pasamanos, etc, de tal manera que todas las personas que accedan a los diversos sitios de la obra tengan la seguridad necesaria para la revisión de los diferentes trabajos.

Artículo 7. Gastos de obra.

Serán por cuenta del promotor salvo que se indiquen en contrato, los gastos referentes a licencia de obras, honorarios de Proyecto y Dirección Facultativa, así como todos los originados para dotar a la obra de acometidos de agua, electricidad, etc.

3. CONDICIONES GENERALES ECONÓMICAS

3.1 Mediciones

Artículo 1. Forma de medición.

La medición del conjunto de unidades de obra que constituyen el proyecto se verificará aplicando a cada unidad de obra la unidad de medida que le sea apropiada y con arreglo a las mismas unidades adoptadas en el presupuesto, unidad completa, partida alzada, metros cuadrados, cúbicos o lineales, kilogramos, etc.

Tanto las mediciones parciales como las que se ejecuten al final de la obra, se realizarán conjuntamente con el Contratista, levantándose las correspondientes actas que serán firmadas por ambas partes.

Todas las mediciones que se efectúen comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el contratista derecho a reclamación de ninguna especie por las diferencias que se produjeran entre las mediciones que se ejecuten y las que figuren en el proyecto, así como tampoco por los errores de clasificación de las diversas unidades de obra que figuren en los estados de valoración.

Artículo 2. Valoración de unidades no expresadas en este Pliego.

La valoración de las obras no expresadas en este Pliego se verificará aplicando a cada una de ellas la medida que le sea más apropiada y en forma de condiciones que estime justas el Ingeniero, multiplicando el resultado final por el precio correspondiente.

Artículo 3. Equivocaciones en el presupuesto.

Se supone que el contratista ha hecho un detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por lo tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre errores posibles o equivocaciones del mismo, no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios, de tal suerte que si la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna, si por el contrario el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

3.2 Valoraciones

Artículo 1. Valoraciones.

Las valoraciones de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, se efectuarán multiplicando el número de éstas por el precio unitario asignado a las mismas en el presupuesto.

En el precio unitario aludido en el párrafo anterior se consideran incluidos los gastos de transportes de materiales, las indemnizaciones o pagos que hayan de hacerse por cualquier concepto, así como todo tipo de impuestos fiscales que graven los materiales por el Estado, Provincia o Municipio, durante la ejecución de las obras, y toda clase de cargas sociales. También serán de cuenta del contratista los honorarios, las tasas y demás gravámenes que se originan con ocasión de las inspecciones, aprobación y comprobación de las instalaciones con que esté dotado el inmueble.

El contratista no tendrá derecho por ello a pedir indemnización alguna por las causas enumeradas. En el precio de cada unidad de obra van comprendidos los de todos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra terminada y en disposición de recibiese.

Artículo 2. Valoración de las obras no incluidas o incompletas.

Las obras no incluidas se abonarán con arreglo a precios consignados en el Presupuesto, sin que pueda pretenderse cada valoración de la obra fraccionada en otra forma que la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Artículo 3. Precios contradictorios.

Si ocurriese algún caso excepcional e imprevisto en el cual fuese necesaria la designación de precios contradictorios entre la propiedad y el contratista, estos precios deberán fijarse con arreglo a los determinados para unidades análogas, después de haber convenido lo mismo el Ingeniero en representación de la Propiedad y el Contratista.

Artículo 4. Rotaciones valoradas.

El Contratista de la obra formulará mensualmente una relación valorada de los trabajos ejecutados desde la anterior liquidación con sujeción a los precios del presupuesto.

La dirección Facultativa, que presenciará las operaciones de valoración y medición, tendrá un plazo de diez días para examinarlas. Deberá dentro de este plazo dar su conformidad o, en caso contrario, hacer las observaciones que considere convenientes.

Estas relaciones valoradas no tendrán más que carácter provisional a buena cuenta, y no suponen la aprobación de las obras que en ellas se comprenden. Se formará multiplicando los resultados de la medición por los precios correspondientes, y descontando si hubiera lugar la cantidad correspondiente al tanto por ciento de baja o mejora producido en la licitación.

Artículo 5. Obras que se abonarán al contratista: Precio de las mismas.

Se abonarán al contratista la obra que realmente se ejecute con sujeción al proyecto que sirve de base al contrato, o a las modificaciones del mismo, autorizadas por la superioridad, o las órdenes que con arreglo a sus facultades le haya comunicado por escrito el Director de la obra, siempre que dicha obra se halle ajustada a los preceptos del contrato y sin que su importe pueda exceder de la cifra total de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades que se consignan en el Proyecto o en el Presupuesto no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones de ninguna especie, salvo en los casos de rescisión.

Tanto en las certificaciones de obra como en la liquidación final, se abonarán las obras hechas por el contratista a los precios de ejecución material que figuran en el presupuesto para cada unidad de obra.

Si excepcionalmente se hubiera realizado algún trabajo que no se halle reglado exactamente en las condiciones de la contrata pero que, sin embargo, sea admisible a juicio del Director, se dará conocimiento de ello, proponiendo a la vez la rebaja de precios que se estime justa, y si aquella resolviese aceptar la obra, quedará el contratista obligado a conformarse con la rebaja acordada.

Cuando se juzgue necesario emplear materiales para ejecutar obras que no figuren en el proyecto, se evaluará su importe a los precios asignados a otras obras o materiales análogos si los hubiera, y cuando no, se discutirá entre el Director de la obra y el contratista, sometiéndoles a la aprobación superior.

Los nuevos precios convenidos por uno u otro procedimiento se sujetarán siempre a lo establecido en el contrato general de la obra.

Al resultado de la valoración hecha de este modo, se le aumentará el tanto por ciento adoptado para formar el presupuesto de la contrata, y de la cifra que se obtenga se descontará lo que proporcionalmente corresponda a la rebaja hecha, en el caso de que exista dicha lista.

Cuando el contratista, con la autorización del Director de la obra emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que lo estipulado en el proyecto, sustituyéndose la clase de fábrica por otra que tenga asignado mayor precio, ejecutándose con mayores dimensiones o cualquier otra modificación que resulte beneficiosa a juicio de la Propiedad, no tendrá derecho, sin embargo, sino a lo que correspondería si hubiese construido la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

Artículo 6. Abono de las partidas alzadas.

Las cantidades calculadas para obras accesorias, aunque figuren por una partida alzada del presupuesto, no serán abonadas sino a los precios de la contrata, según las condiciones de la misma y los proyectos particulares que para ellos se formen o en su defecto, por lo que resulte de la medición final.

Para la ejecución material de las partidas alzadas figuradas en el proyecto de obra, deberá obtenerse la aprobación de la Dirección Facultativa. A tal efecto, antes de proceder a su realización se someterá a su consideración el detalle desglosado del importe de la misma, el cual, si es de conformidad podrá ejecutarse.

4. CONDICIONES GENERALES LEGALES

4.1 Recepción de obras

Artículo 1. Recepción de las obras.

Una vez terminadas las obras, y hallándose en las condiciones exigidas, se procederá a la recepción de las mismas.

Al acto de recepción concurrirán la propiedad, el facultativo encargado de la dirección de la obra y el contratista, levantándose el acta correspondiente. En caso de que las obras no se hallen en estado de ser recibidas se actuará conforme a lo dispuesto en contrato establecido.

El Plazo de la garantía comenzará a contarse a partir de la fecha de la recepción de la obra. Al realizarse la recepción de las obras deberá presentar el contratista las pertinentes autorizaciones de los Organismos oficiales de a provincia para el uso y puesta en marcha de las instalaciones que así lo requieran. No se efectuará esa recepción de las obras si no se cumple este requisito.

Artículo 2. Plazo de garantía.

Sin prejuicio de las garantías que expresamente se detallan en el contrato, el contratista garantiza en general todas las obras que ejecute, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

El plazo de garantía será el establecido en contrato y durante este periodo corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Administración con cargo a la fianza.

El contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la recepción y liquidación definitiva de las obras, la Propiedad tomará acuerdo respeto a las retenciones efectuadas.

Tras la recepción de la obra el contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo lo referente a los vicios ocultos de la construcción debidos a incumplimiento del contrato por parte del empresario, de los cuales responderá en el término de 10 años. Transcurrido este plazo quedará totalmente extinguida la responsabilidad.

Artículo 3. Pruebas para la recepción.

Con carácter previo a la ejecución de las unidades de obra, los materiales habrán de ser reconocidos y aprobados por la Dirección Facultativa. Si se hubiese efectuado su manipulación o colocación son obtener dicha conformidad deberán ser retirados todos aquellos que la citada dirección rechaza, dentro de un plazo de treinta días.

El contratista presentará oportunamente muestras de cada clase de material a la aprobación de la Dirección facultativa, las cuales se conservarán para efectuar en su día comparación o cotejo con los que se empleen en obra.

4.2. Cargos al contratista

Artículo 1. Planos de las Instalaciones.

El contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa entregará en el acto de la recepción de la obra o anteriormente a la misma, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que haya quedado.

Artículo 2. Autorizaciones y Licencias.

El contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expresar las delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, par la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también de cuenta del contratista todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación, salvo que se especifique lo contrario en el contrato entre la Propiedad y el contratista.

Artículo 3. Conservación durante el plazo de garantía.

El contratista durante el tiempo que media entre la terminación de la obra y la recepción de la misma, será el conservador de las obras, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad antes de la recepción definitiva.

4.3 Disposiciones varias

Artículo 1. Normas de aplicación.

Para todo aquello no detallado expresamente en lo artículos anteriores, y en especial sobre las condiciones que deberían reunir los materiales que se emplean en obra, así como la ejecución de cada unidad de obra, y las normas para su medición y valoración regirá el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.

Se cumplimentarán todas las normas de la Presidencia del Gobierno, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, y demás vigentes y las sucesivas que se publiquen en el transcurso de las obras.

Artículo 2. Suspensión de las obras.

Cuando la entidad propietaria desee suspender la ejecución de las obras tendrá que avisarlo con un mes de anticipación, y el contratista tendrá que suspender los trabajos sin derecho a indemnización, siempre que se le abone el importe de la obra ejecutada, y el valor de los materiales acumulados al pie de obra, al precio corriente en la localidad; igual se hará en los caso de rescisión justificada.

Si la suspensión de las obras fuese motivada por el contratista, el propietario se reserva el derecho a la rescisión del contrato, abonando al contratista tan sólo la obra ejecutada con pérdida de la retención como indemnización de perjuicio a la entidad propietaria; quedando obligado el contratista a responder de los perjuicios a esta cantidad, salvo que se indique lo contrario en el contrato.

En caso de muerte o de quiebra del contratista, quedará rescindida la contrata, a no ser que los herederos o los síndicos de la quiebra ofrezcan llevarla a cabo bajo las condiciones estipuladas en la misma. El propietario puede admitir o desechar el ofrecimiento, sin que en este caso tengan derecho a indemnización alguna.

Tanto en estos casos de rescisión como en los que legalmente se pudiesen presentar, las herramientas y demás elementos de trabajo que sean de pertenencia del contratista, tendrá éste obligación a recogerlos en un plazo de ocho días; de no ser así se entiende que los abandona a favor de la obra.

Artículo 3. Prórroga de las obras.

Si se diese el caso de que por alguna contingencia, la Empresa Constructora solicitase una ampliación de plazo para la terminación de las obras, éste se determinará de acuerdo con la Dirección facultativa y siempre y cuando las causas alegadas sean por motivos ajenos al discurrir normal de la obra.

Artículo 4. Rescisión de contrato.

En caso de que hubiese rescisión de contrato la valoración de las obras incompletas se haría aplicando los precios del presupuesto, sin que el contratista tenga derecho alguno a reclamación. Si no existiesen precios descompuestos, o en el precio dado no estuviesen claramente especificados, se aplicarán a los materiales los precios corrientes de almacén de la localidad.

Artículo 5. Personal en obra.

Todo el personal que desarrolle cualquier actividad en la obra, deberá tener su situación laboral de acuerdo con la legislación vigente.

5. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

5.1. Condiciones generales

Artículo 1. Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Articulo 2. Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Articulo 3. Materiales no consignados en el proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Articulo 4. Condiciones generales de ejecución

Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones de la Edificación de la Dirección general de Arquitectura y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista el bajo contrato, para variar esta esmerada ejecución ni la primera calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

5.2. Condiciones que han de cumplir los materiales

Artículo 1. Fontanería

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva.

En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. Podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito y que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.

Tuberías de cobre

Es un material ampliamente utilizado en instalaciones de todo tipo, y es, sin lugar a dudas, el más aconsejable para instalaciones de energía solar, por ser técnicamente idóneo y económicamente competitivo.

La tubería de cobre sólo tiene pequeñas cantidades de fósforo residual, que además facilita la soldadura, y goza de las excelentes características de este metal, como son la resistencia a la corrosión, maleabilidad y ductilidad.

El cobre resiste la corrosión, tanto de los líquidos que pueden circular por su interior como la debida a los agentes exteriores, aire, humedad o elementos constructivos que entren en contacto con él,

El cobre, en contacto con agua, se recubre con rapidez de una fina película de óxido, que lo protege. Además, reacciona mejor con los bicarbonatos solubles, dando lugar a menos carbonatos y, por tanto, a menos incrustaciones.

La maleabilidad y ductilidad del cobre permiten una cómoda manipulación y una gran facilidad para realizar trazados complicados. Por otra parte, pueden resistir sin reventar una o más heladas, lo que añade un importante factor de seguridad.

La tubería de cobre se nombra comercialmente según su diámetro exterior. A igualdad de diámetro, la pérdida de carga es más baja que la de otros materiales como el hierro, por lo que se pueden usar diámetros menores para transportar la misma cantidad de líquido.

Los accesorios de cobre son fáciles de soldar y la mano de obra necesaria es inferior que en el caso de tubería de hierro. El tubo de cobre resiste grandes presiones.

Artículo 2. Pintura

El aislamiento de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

Artículo 3. Aislamientos térmicos

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

El espesor del aislamiento de las conducciones, se dimensionará de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE.

Articulo 4. Fluido caloportador

El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada. En caso de utilización de otros fluidos térmicos se indicará su composición y su calor especifico.

El fluido de trabajo tendrá un pH a 20 °C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

a) La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/L totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 μS/cm;
b) El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/L, expresados como contenido en carbonato cálcico;
c) El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/L.

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

La instalación estará protegida, con un producto químico no tóxico cuyo calor específico no será inferior a 3 kJ/kg K, en 5 ºC por debajo de la mínima histórica registrada con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas. Adicionalmente este producto químico mantendrá todas sus propiedades físicas y químicas dentro de los intervalos mínimo y máximo de temperatura permitida por todos los componentes y materiales de la instalación.

Artículo 5. Instalaciones eléctricas

Normas

UNE 20460 5-51:1999, UNE 20460 5-52/1M:1999, UNE 20460 5-52:1996, UNE 20460 5-54:1990, UNE 20460 5-56:1990, UNE 20460 5-523:204, UNE 20460 5-537:1999, UNE 20460 5-551:1999.

Conductores de baja tensión

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, artículo 3 de la ITC BT 47, los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

5.3. Condiciones para la ejecución de las unidades de obra

Articulo 1. Saneamiento

Redes de saneamiento

Los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

La evacuación de aguas hacia fuera del edificio se hará a través de un sistema de desagüe mixto.

Para la evacuación del fluido proveniente del desagüe de las válvulas de seguridad y de la válvula de vaciado del acumulador, se dispondrán de unas conducciones que dirigirán dicho fluido a la arqueta existente en la sala de caldera.

El material utilizado en estas conducciones será cobre que no irá aislado térmicamente. Se usa este material para que el líquido, a medida que vaya recorriendo la tubería, se enfríe.

El fluido que salga de las válvulas de seguridad de los captadores se tratará como agua pluvial, recorriendo las conducciones destinadas para ese uso. El diámetro de estos tubos respetará el diámetro de las salidas de purga del sistema.

Articulo 2. Instalaciones

Fontanería

El sistema de tuberías y sus materiales deben ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

Las uniones de los tubos serán estancas.

Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos.

Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.

Las uniones soldadas se realizarán por el método de soldadura por capilaridad fuerte con estaño - plata a una temperatura de fusión de 450 ºC.

Las uniones roscadas serán preferiblemente del tipo NPS.

Los accesorios soldados serán de cobre, manteniendo las características de la línea como mínimo.

Los accesorios roscados serán de latón.

Las válvulas serán de alguna marca de reconocido prestigio.

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.

Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90º como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

La elección de las válvulas se realizará, de acuerdo con la función que desempeñen y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura) siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:

a) para aislamiento: válvulas de esfera;
b) para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento;
c) para vaciado: válvulas de esfera o de macho;
d) para llenado: válvulas de esfera;
e) para purga de aire: válvulas de esfera o de macho;
f) para seguridad: válvula de resorte;
g) para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta.

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Los manómetros serán de vaselina con una escala que tendrá el rango de 0 a 6 Kg/cm^2 en el circuito primario y de 0 a 15 Kg/cm^2 los del circuito secundario.

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

Electricidad

Se deberá cumplir el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto; en concreto las siguientes ITC:

ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra

ITC-BT-19 Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales

ITC-BT-20 Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación

ITC-BT-21 Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras

ITC-BT-22 Instalaciones interiores o receptoras

ITC-BT-23 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones

ITC-BT-24 Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos

ITC-BT-26 Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones de instalación

ITC BT 47 Instalación de receptores. Motores.

Protección

A. Protección contra heladas.

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deben ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.

Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra las heladas.

La instalación estará protegida, con un producto químico no tóxico cuyo calor específico no será inferior a 3 kJ/kg K, en 5 ºC por debajo de la mínima histórica registrada con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas. Adicionalmente este producto químico mantendrá todas sus propiedades físicas y químicas dentro de los intervalos mínimo y máximo de temperatura permitida por todos los componentes y materiales de la instalación.

Se podrá utilizar otro sistema de protección contra heladas que, alcanzando los mismos niveles de protección, sea aprobado por la Administración Competente

B. Protección contra sobrecalentamientos.

Se debe dotar a las instalaciones solares de dispositivos de control manuales o automáticos que eviten los sobrecalentamientos de la instalación que puedan dañar los materiales o equipos y penalicen la calidad del suministro energético. En el caso de dispositivos automáticos, se evitarán de manera especial las pérdidas de fluido anticongelante, el relleno con una conexión directa a la red y el control del sobrecalentamiento mediante el gasto excesivo de agua de red. Especial cuidado se tendrá con las instalaciones de uso estacional en las que en el periodo de no utilización se tomarán medidas que eviten el sobrecalentamiento por el no uso de la instalación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema, ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras, es decir con una concentración en sales de calcio entre 100 y 200 mg/l, se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C, sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios contra la legionela. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

C. Protección contra quemaduras.

En sistemas de Agua Caliente Sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C debe instalarse un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

D. Protección de materiales contra altas temperaturas.

El sistema deberá ser calculado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

Acumulador solar

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

a) manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente;
b) manguitos para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín;
c) manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario;
d) manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato;
e) manguito para el vaciado.

En cualquier caso la placa característica del acumulador indicará la pérdida de carga del mismo.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante y, es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástica.

Podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamientos descritos a continuación:

a) acumuladores de acero vitrificado con protección catódica;
b) acumuladores de acero con un tratamiento que asegure la resistencia a temperatura y corrosión con un sistema de protección catódica;
c) acumuladores de acero inoxidable adecuado al tipo de agua y temperatura de trabajo.
d) acumuladores de cobre;
e) acumuladores no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable;
f) acumuladores de acero negro (sólo en circuitos cerrados, cuando el agua de consumo pertenezca a un circuito terciario);
g) los acumuladores se ubicarán en lugares adecuados que permitan su sustitución por envejecimiento o averías.

Articulo 3. Captadores

Los captadores con absorbente de hierro no pueden ser utilizados bajo ningún concepto.

Cuando se utilicen captadores con absorbente de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre e hierro.

Se montará el captador, entre los diferentes tipos existentes en el mercado, que mejor se adapte a las características y condiciones de trabajo de la instalación, siguiendo siempre las especificaciones y recomendaciones dadas por el fabricante.

Las características ópticas del tratamiento superficial aplicado al absorbedor, no deben quedar modificadas substancialmente en el transcurso del periodo de vida previsto por el fabricante, incluso en condiciones de temperaturas máximas del captador.

La carcasa del captador debe asegurar que en la cubierta se eviten tensiones inadmisibles, incluso bajo condiciones de temperatura máxima alcanzable por el captador.

El captador llevará en lugar visible una placa en la que consten, como mínimo, los siguientes datos:

a) nombre y domicilio de la empresa fabricante, y eventualmente su anagrama;
b) modelo, tipo, año de producción;
c) número de serie de fabricación;
d) área total del captador;
e) peso del captador vacío, capacidad de líquido;
f) presión máxima de servicio.

Esta placa estará redactada como mínimo en castellano y podrá ser impresa o grabada con la condición que asegure que los caracteres permanecen indelebles.

Se tomarán como referencia los captadores de la marca SOLECO, modelo Cu 2.3, a efectos de cálculo. Las características que deberán reunir los captadores serán las mismas o superiores a las anteriormente indicadas. Serán de placa plana, aptos para la circulación forzada.

Articulo 4. Bombas de recirculación

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

En instalaciones superiores a 50 m² se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se preverá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

En instalaciones de climatización de piscinas la disposición de los elementos será la siguiente: el filtro ha de colocarse siempre entre la bomba y los captadores, y el sentido de la corriente ha de ser bomba-filtro-captadores; para evitar que la resistencia de este provoque una sobrepresión perjudicial para los captadores, prestando especial atención a su mantenimiento. La impulsión del agua caliente deberá hacerse por la parte inferior de la piscina, quedando la impulsión de agua filtrada en superficie.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Cuando las conexiones de los captadores son en paralelo, el caudal nominal será el igual caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores en paralelo.

La potencia máxima de la bomba especificada anteriormente excluye la potencia de las bombas de los sistemas de drenaje con recuperación, que sólo es necesaria para rellenar el sistema después de un drenaje.

La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

Articulo 5. Vaso de expansión

El fabricante será de reconocido prestigio.

Será un vaso de expansión cerrado cuya conexión será roscada y el tipo de rosca será preferiblemente NPS.

Se escoge un vaso de expansión cerrado para evitar la entrada de aire al interior de las tuberías y en consecuencia la corrosión de las mismas, además elimina la necesidad de colocar conductos de seguridad y alimentación hasta lugares elevados de la instalación.

También elimina pérdidas de agua por evaporación, evitando la corrosión e incrustaciones provocadas por el agua de reposición.

Disminuye la posibilidad de riesgos de heladas y no precisa ningún servicio de conservación.

El dispositivo de expansión cerrada del circuito de captadores deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.

Cuando el medio de transferencia de calor pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionado especial del volumen de expansión: además de dimensionarlo como es usual en sistemas de calefacción cerrados (la expansión del medio de transferencia de calor completo), el depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores más un 10 %.

El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes. Los aislamientos empleados serán resistentes a los efectos de la intemperie, pájaros y roedores.

Articulo 6. Control de la instalación solar

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura, para conseguirlo en el caso de las de inmersión se instalarán en contra corriente con el fluido. Los sensores de temperatura deben estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos. Preferentemente las sondas serán de inmersión.

Una de las sondas debe soportar temperaturas dentro del rango de –7ºC, que es la temperatura mínima ambiente de la zona, a 150ºC, que es la temperatura estática de captador solar. Se ubicará a la salida del último captador de la batería que reciba menos horas al sol.

La otra sonda deberá soportar temperaturas comprendidas entre 10ºC, temperatura mínima del agua de red de la zona, y 70ºC, que es la temperatura de acumulación.

El arranque de la bomba se producirá cuando la diferencia de temperatura entre placa y acumulador sea como máximo de 7ºC y se parará cuando la diferencia de las temperaturas anteriores sea inferior a 2ºC. Se utilizará un termostato diferencial. La temperatura de operación será de 148 ºC a –13ºC.

5.4 Control de calidad.

Previamente al inicio de las obras, el contratista deberá presentar al Ingeniero-Director, para su aprobación, el Plan de Control de Calidad y el de Puntos de inspección y Control de la obra, que será de aplicación tanto a la obra civil como a los equipos eléctricos y mecánicos a instalar.

Para la ejecución de todas las unidades de obra, estas se someterán a los controles establecidos por la normativa legal de vigente aplicación, o los que por cualquier motivo consideren necesario la Dirección Facultativa, siendo el coste de los mismos por cuenta de contratista.

En los mencionados planes se recogerá de forma clara la identificación de cada unidad de obra, el tipo de ensayo a realizar y la normativa de aplicación, la frecuencia de realización de cada tipo de ensayo, y las condiciones de aceptación o rechazo, Para materiales y equipos definirá los certificados de origen, pruebas y garantías que deberá aportar el proveedor de los mismos, así como las pruebas y ensayos a realizar en obra, la frecuencia de los mismos y las condiciones de aceptación o rechazo.

5.5 Materiales y unidades de obra no especificadas.

Los materiales no consignados en este Pliego y que fuera necesario emplear, reunirán loas mejores condiciones en cuanto a la calidad de los mismos y siempre a juicio del Ingeniero - Director. En ningún caso las características de los materiales serán inferiores a las especificadas en la Norma Tecnológica de la Edificación que le afecte.

Para la definición de las características, forma de ejecución y medición y abono de las partidas de obra no descritas en el presente Pliego, se remitirán a las descripciones de las mismas realizadas en los restantes documentos de este Proyecto, a las disposiciones y especificaciones del Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, y las instrucciones al efecto del Ingeniero-Director de la obra.

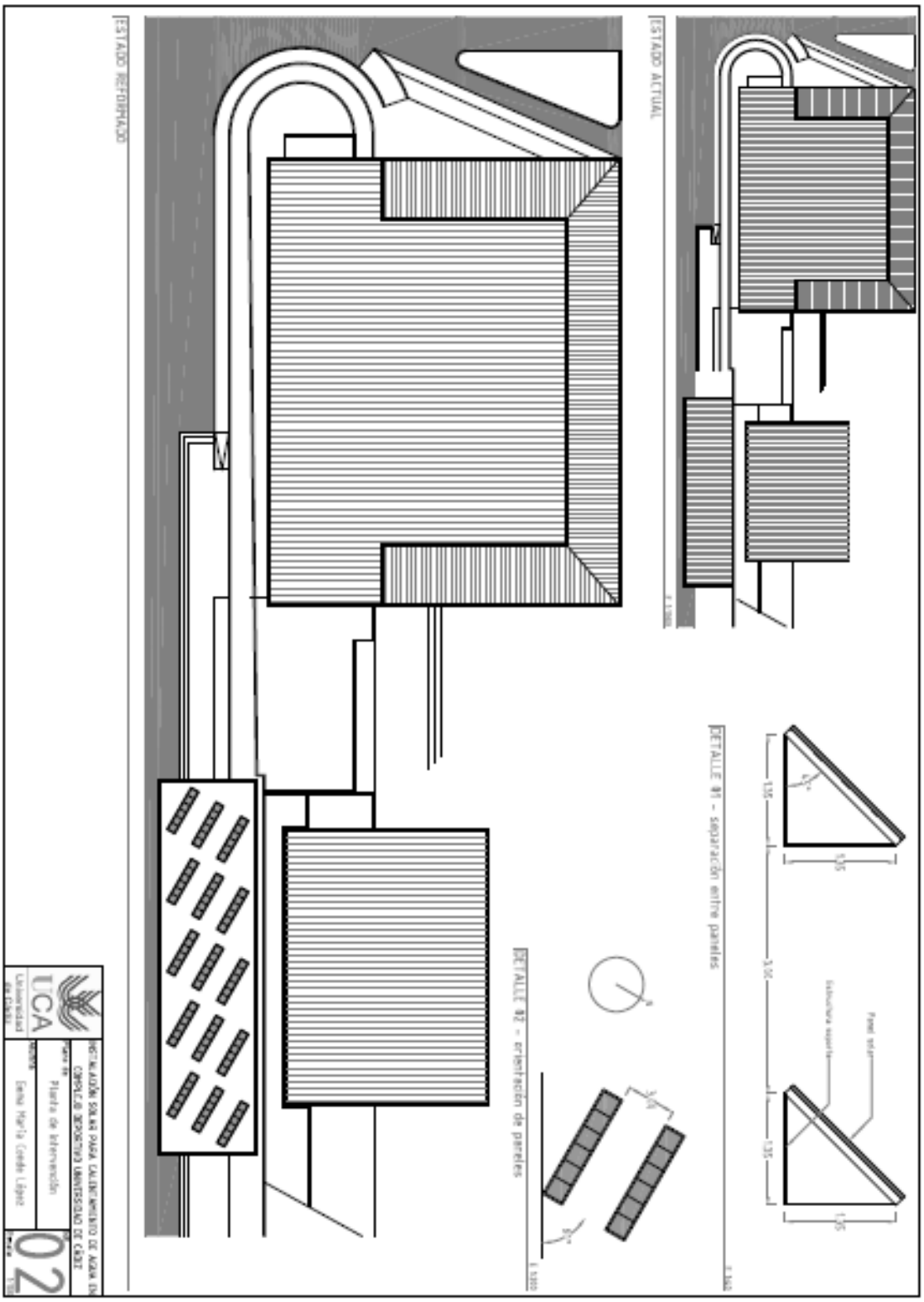
6. CUMPLIENTO DE LOS PLAZOS.

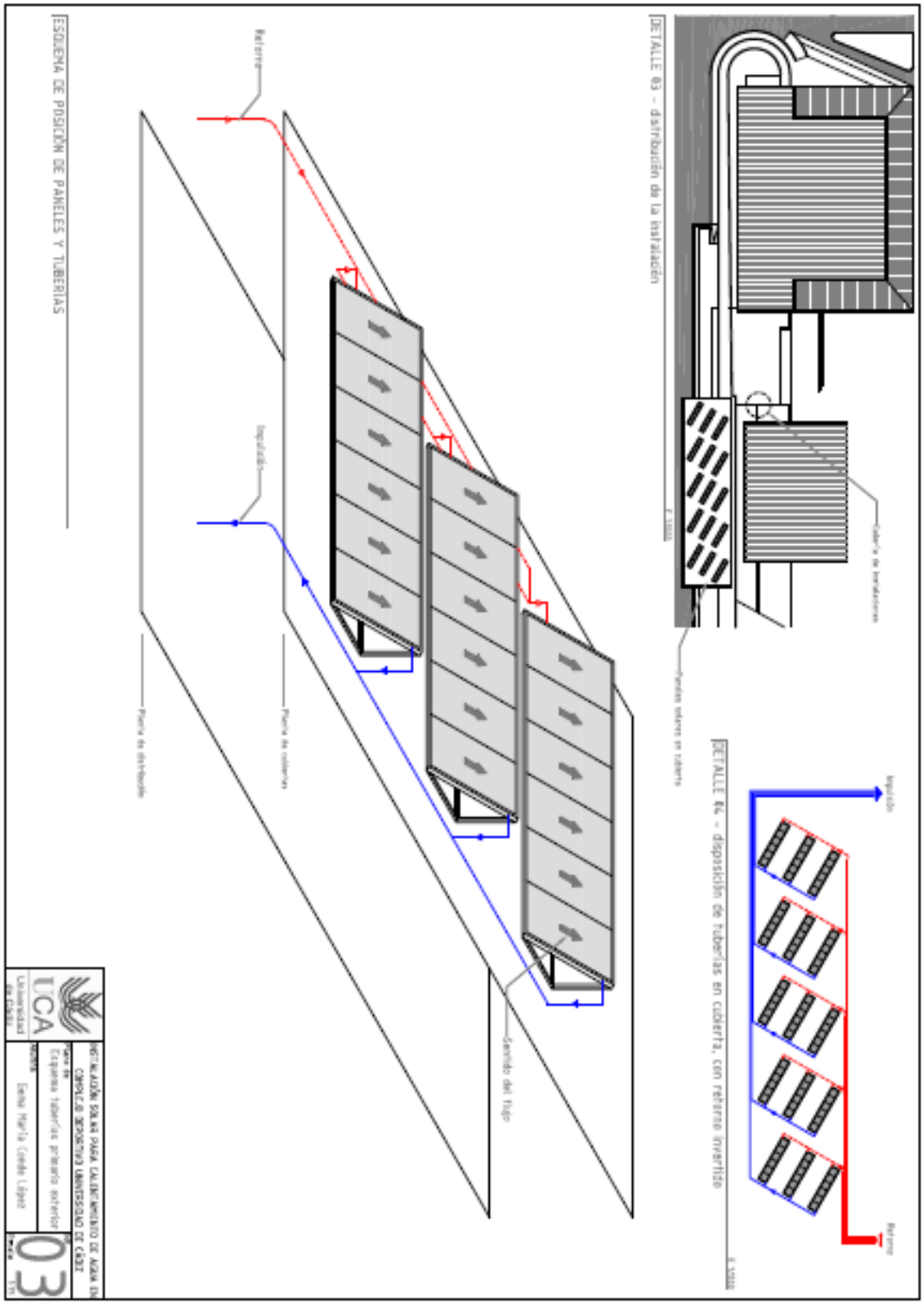
El contratista está obligado al cumplimiento de los plazos parciales fijados definitivamente por la Administración, así como del plazo final para la total terminación de la obra.

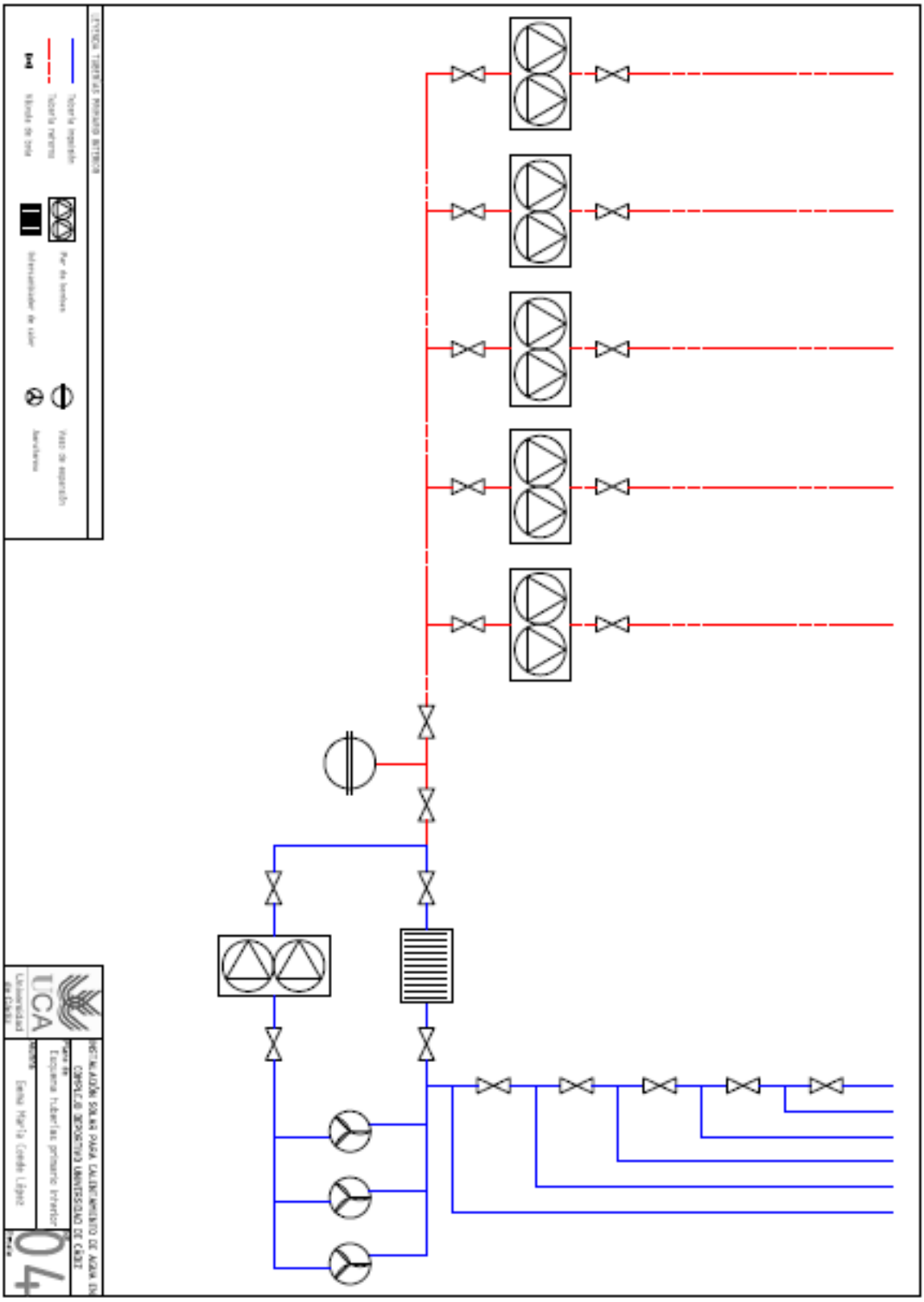
Si el retraso fuera producido por motivos no imputables al contratista y ésta se ofreciera a cumplir sus compromisos mediante prórroga del tiempo convenido, se concederá por la Administración un plazo que será, por los menos, igual al tiempo perdido.

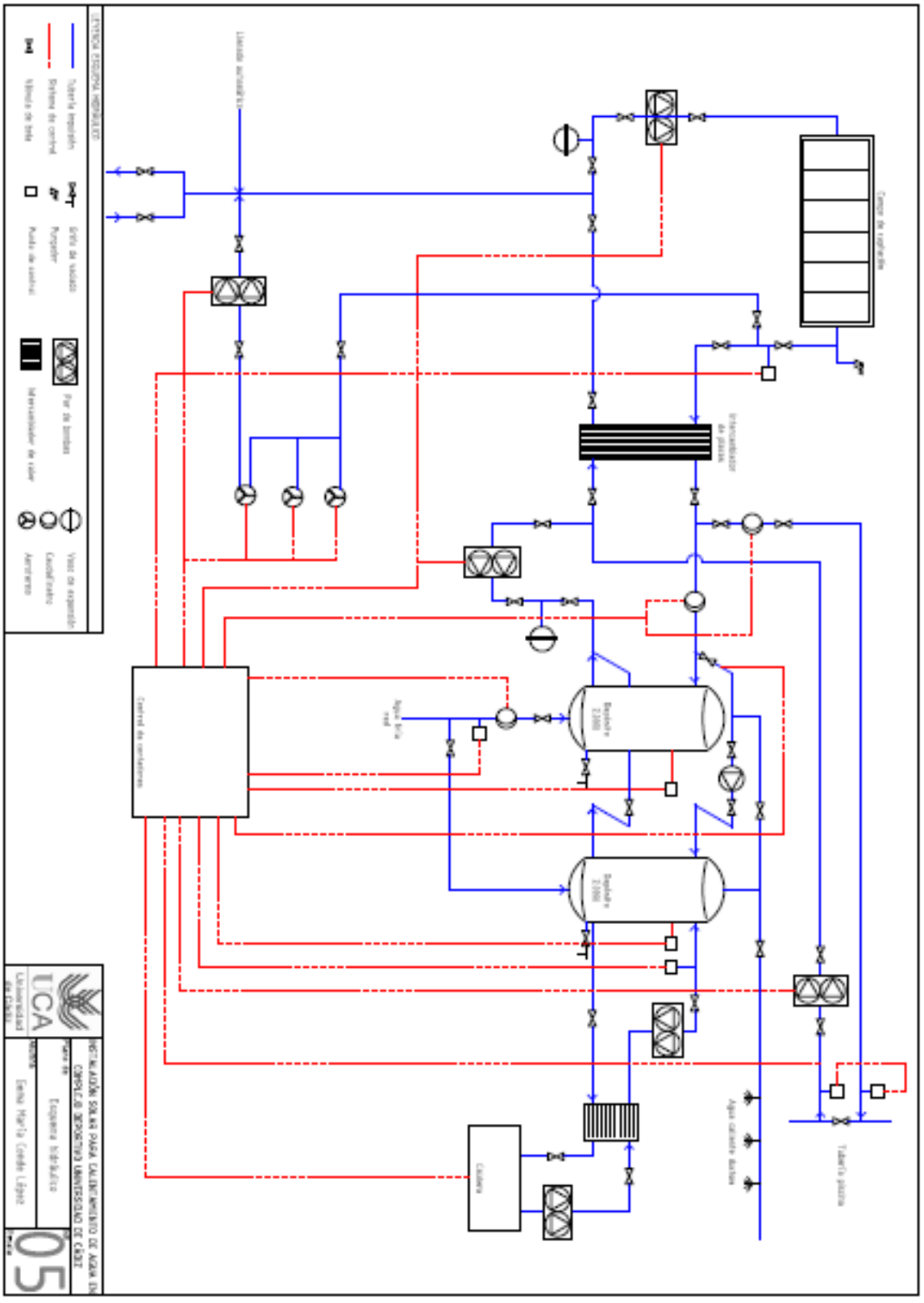
El contratista dará comienzo a las obras una vez firmada el Acta de Inicio de las mismas.

8. PLANOS


ESTADO REFORMADO
ESTADO ACTUAL
DETALLE #1 - separación entre paneles
DETALLE #2 - orientación de paneles
UCA
Planta de intervención
Gema María Conde López
02


ESQUEMA DE POSICIÓN DE PANELES Y TUBERIAS
Retorno
Impulsión
Planta de distribución
Planta de cubiertas
Sentido del flujo
DETALLE 03 - distribución de la instalación
Tubería de instalaciones
Paneles solares en cubierta
DETALLE 04 - disposición de tuberías en cubierta, con retorno invertido
Impulsión
Retorno
UCA
Universidad de Cádiz
INSTALACIÓN SOLAR PARA CALENTAMIENTO DE AGUA EN
CAMPUS DEPORTIVO UNIVERSITARIO DE CÁDIZ
Esquemas tuberías primario exterior
Gema María Conde López
03





9. PRESUPUESTO

9. PRESUPUESTO.

1. Estado de mediciones.
2. Precios unitarios.
3. Precios descompuestos.
4. Presupuesto.

1. Estado de mediciones.

COLECTORES		
Código	**Características**	**Nº Unidades**
CSP 2.3 CU	Suministro e instalación de batería de 6 colectores solares de placa plana marca SOLECO modelo Cu 2.3 con una superficie útil de 2,16 m^2.	15
EAG	Suministro e instalación de estructura de acero galvanizado para la fijación al suelo de la batería de colectores con una inclinación de aproximadamente 45º dirección Sur.	15
VB-63	Suministro e instalación de válvula de bola de 63 mm para aislamiento de campo de captadores	2
VB-35	Suministro e instalación de válvula de bola de 35 mm de diámetro para aislamiento de batería de colectores.	30
REFRIG	Suministro e instalación de liquido para relleno de captadores solares térmicos “SAUNIER DUVAL”, presentado en bidones de 20L.	25
PURG	Suministro e instalación de purgador automático especial solar, temperatura máxima de trabajo 160 ºC.	1

BOMBAS CIRCUITO PRIMARIO		
Código	**Características**	**Nº Unidades**
BC-129	Suministro e instalación de bomba circuladora de agua de la segunda batería de captadores, de la marca EBARA LPS de 150 W de potencia en tubería de 35 mm de diámetro. O similar.	2
BC-137,5	Suministro e instalación de bomba circuladora de agua de la tercera batería de captadores, de la marca EBARA LPS de 150 W de potencia en tubería de 35 mm de diámetro. O similar.	2
BC-146,5	Suministro e instalación de bomba circuladora de agua de la cuarta batería de captadores, de la marca EBARA LPS de 250 W de potencia en tubería de 35 mm de diámetro. O similar.	2
BC-155,78	Suministro e instalación de bomba circuladora de agua de la quinta batería de captadores, de la marca EBARA LPS de 250 W de potencia en tubería de 35 mm de diámetro. O similar.	2
VB-35	Suministro e instalación de válvula de bola de 35 mm de diámetro para aislamiento de sistema de bombas del circuito primario.	10
BC-515,6	Suministro e instalación de bomba circuladora de agua de la batería de aerotermos, de la marca EBARA LPS de 750 W de potencia en tubería de 63 mm de diámetro. O similar.	2
VB-63	Suministro e instalación de válvula de bola de 63 mm de diámetro para aislamiento de sistema de bombas del sistema de aerotermos.	2

VASO DE EXPANSIÓN		
Código	**Características**	**Nº Unidades**
VE-300	Suministro e instalación de vaso de expansión de 300 L cerrado con válvula de seguridad de 6 bar y manómetro.	1
VB-63	Suministro e instalación de válvula de bola de 63 mm para aislamiento de vaso de expansión.	2
SISTEMA INTERCAMBIADOR DE CALOR		
Código	**Características**	**Nº Unidades**
3003 490	Intercambiador de placas VIESSMAN Vitotrans 100 Modelo PWT	1

CIRCUITO PRIMARIO		
Código	**Características**	**Nº Unidades**
TCU-35/30	Suministro e instalación de metro lineal de tubería de cobre de 35 mm de diámetro exterior y 30 de diámetro interior; incluyendo piezas accesorios.	517
AEP-40	Suministro e instalación metro lineal de aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 40 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 35 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	517
TCU-28/25	Suministro e instalación de metro lineal de tubería de cobre de 28 mm de diámetro exterior y 25 de diámetro interior; incluyendo piezas accesorios.	45,5
AEP-40	Suministro e instalación metro lineal de aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 40 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 28 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	45,5
TCU-22/20	Suministro e instalación de metro lineal de tubería de cobre de 22 mm de diámetro exterior y 20 de diámetro interior; incluyendo piezas accesorios.	45,5
AEP-40	Suministro e instalación metro lineal de aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 40 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 22 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	45,5

CIRCUITO SECUNDARIO		
Código	**Características**	**Nº Unidades**
TCU-63/60	Suministro e instalación de metro lineal de tubería de cobre de 63 mm de diámetro exterior y 60 de diámetro interior; incluyendo piezas accesorios.	500
AEP-30	Suministro e instalación metro lineal de aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 30 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 63 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	500

CIRCUITO EVACUACIÓN DE CALOR		
Código	**Características**	**Nº Unidades**
VM-35	Válvula de tres vías motorizada de diámetro 35 mm para control de paso hacia aerotermo, de accionamiento eléctrico.	1
AERO	Suministro e instalación de aerotermo para evacuación de calor	3
TCU-35/30	Suministro e instalación metro lineal de tubería de cobre de 35 mm de diámetro exterior y 30 mm de diámetro interior, incluyendo piezas accesorios.	10
AEP-40	Suministro e instalación metro lineal de aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 40 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 35 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	10
VB-35	Suministro e instalación de válvula de bola de 35 mm para aislamiento de batería de aerotermos.	2

SISTEMA DE CONTROL		
Código	**Características**	**Nº Unidades**
PTC-3101	Suministro e instalación de sistema de control térmico diferencial, modelo PTC 3101, de regulación electrónica por diferencia de temperatura. O similar.	1

PUESTA EN MARCHA Y REGULACION DE LA INSTALACIÓN SOLAR		
Código	**Características**	**Nº Unidades**
PM	Puesta en marcha de la instalación solar con la realización de las pruebas pertinentes y regulación de funcionamiento del anillo solar.	1
TS	Suministro e instalación de termostato de seguridad para limitación máxima de temperatura, en circuito de agua caliente sanitaria y circuito de calentamiento de piscina, marca AKO modelo 14610. O similar.	4
FC-1/50	Suministro e instalación de caudalímetros automatizados, para control de distribución de caudales para calentamiento de piscina y agua caliente sanitaria. Rango 1- 50 m^3/h.	2

2. Precios unitarios.

Código	Unidad	Características	Precio (€)
CSP 2.3 CU	u	Batería de 6 colectores solares de placa plana marca SOLECO modelo Cu 2.3 con una superficie útil de 2,16 m^2.	435
EAG	u	Estructura de acero galvanizado para la fijación al suelo de la batería de colectores con una inclinación de aproximadamente 45º dirección Sur.	1745,02
VB-63	u	Válvula de bola de 63 mm para aislamiento de campo de captadores	149,95
VB-35	u	Válvula de bola de 35 mm de diámetro para aislamiento de batería de colectores.	19,75
REFRIG	L	Suministro e instalación de liquido para relleno de captadores solares térmicos "SAUNIER DUVAL", presentado en bidones de 20L.	6,20
PURG	u	Suministro e instalación de purgador automático especial solar, temperatura máxima de trabajo 160 ºC.	18,90
BC-129	u	Bomba circuladora de agua de la segunda batería de captadores, de la marca EBARA LPS de 150 W de potencia en tubería de 35 mm de diámetro. O similar.	247,40
BC-137,5	u	Bomba circuladora de agua de la tercera batería de captadores, de la marca EBARA LPS de 150 W de potencia en tubería de 35 mm de diámetro. O similar.	247,40
BC-146,5	u	Bomba circuladora de agua de la cuarta batería de captadores, de la marca EBARA LPS de 250 W de potencia en tubería de 35 mm de diámetro. O similar.	354,00
BC-155,78	u	Bomba circuladora de agua de la quinta batería de captadores, de la marca EBARA LPS de 250 W de potencia en tubería de 35 mm de diámetro. O similar.	354,00
VB-35	u	Válvula de bola de 35 mm de diámetro para aislamiento de sistema de bombas del circuito	19,75

		primario.	
BC-515,6	u	Bomba circuladora de agua de la batería de aerotermos, de la marca EBARA LPS de 750W de potencia en tubería de 63 mm de diámetro. O similar.	473,70
VB-63	u	Válvula de bola de 63 mm de diámetro para aislamiento de sistema de bombas del sistema de aerotermos.	149,95
VE-300	u	Vaso de expansión de 300 L cerrado con válvula de seguridad de 6 bar y manómetro.	987,28
VB-63	u	Válvula de bola de 63 mm para aislamiento de vaso de expansión.	149,95
3003 490	u	Intercambiador de placas VIESSMAN Vitotrans 100 Modelo PWT	1003,00
TCU-35/30	m	Tubería de cobre de 35 mm de diámetro exterior y 30 de diámetro interior; incluyendo piezas accesorios.	9,87
AEP-40	m	Aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 40 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 35 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	6,01
TCU-28/25	m	Tubería de cobre de 28 mm de diámetro exterior y 25 de diámetro interior; incluyendo piezas accesorios.	7,40
AEP-40	m	Aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 40 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 28 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	6,01
TCU-22/20	m	Tubería de cobre de 22 mm de diámetro exterior y 20 de diámetro interior; incluyendo piezas accesorios.	4,94
		Aislamiento térmico a base de espuma de	

AEP-40	m	polietileno de 40 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 22 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	6,01
TCU-63/60	m	Tubería de cobre de 63 mm de diámetro exterior y 60 de diámetro interior; incluyendo piezas accesorios.	24,69
AEP-30	m	Aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 30 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 63 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	4,76
VM-35	u	Válvula de tres vías motorizada de diámetro 35 mm para control de paso hacia aerotermo, de accionamiento eléctrico.	1659,86
AERO	u	Aerotermo para evacuación de calor	2033,00
TCU-35/30	m	Tubería de cobre de 35 mm de diámetro exterior incluyendo piezas accesorios.	9,87
AEP-40	m	Aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 40 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 35 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	6,01
VB-35	u	Válvula de bola de 35 mm para aislamiento de batería de aerotermos.	19,75
PTC-3101	u	Sistema de control térmico diferencial, modelo PTC 3101, de regulación electrónica por diferencia de temperatura. O similar.	147,60
PM	u	Puesta en marcha de la instalación solar con la realización de las pruebas pertinentes y regulación de funcionamiento del anillo solar.	522,02
		Termostato de seguridad para limitación	

TS	u	máxima de temperatura, en circuito de agua caliente sanitaria y circuito de calentamiento de piscina, marca AKO modelo 14610. O similar.	98,73
FC-1/50	u	Suministro e instalación de caudalímetros automatizados, para control de distribución de caudales para calentamiento de piscina y agua caliente sanitaria. Rango 1- 50 m^3/h.	220,00

3. Precios descompuestos.

Cód	Cant	Descripción	Precio Ud	Importe €
COLECTORES				
CSP 2.3 CU	15	Suministro e instalación de batería de 6 colectores solares de placa plana marca SOLECO modelo Cu 2.3 con una superficie útil de 2,16 m^2.	435,00	6525,00
EAG	15	Suministro e instalación de estructura de acero galvanizado para la fijación al suelo de la batería de colectores con una inclinación de aproximadamente 45º dirección Sur.	1745,02	26175,30
VB-63	2	Suministro e instalación de válvula de bola de 63 mm para aislamiento de campo de captadores	149,95	299,90
VB-35	30	Suministro e instalación de válvula de bola de 35 mm de diámetro para aislamiento de batería de colectores.	19,75	592,50
REFRIG	25	Suministro e instalación de liquido para relleno de captadores solares térmicos "SAUNIER DUVAL", presentado en bidones de 20L.	6,20	155,00
PURG	1	Suministro e instalación de purgador automático especial solar, temperatura máxima de trabajo 160 ºC.	18,90	18,90
TOTAL DE LA PARTIDA				**33766,60**

BOMBAS CIRCUITO PRIMARIO				
Cód	**Cant**	**Descripción**	**Precio Ud**	**Importe €**
BC-129	2	Suministro e instalación de bomba circuladora de agua de la segunda batería de captadores, de la marca EBARA LPS de 150 W de potencia en tubería de 35 mm de diámetro. O similar.	247,40	494,80
BC-137,5	2	Suministro e instalación de bomba circuladora de agua de la tercera batería de captadores, de la marca EBARA LPS de 150 W de potencia en tubería de 35 mm de diámetro. O similar.	247,40	494,80
BC-146,5	2	Suministro e instalación de bomba circuladora de agua de la cuarta batería de captadores, de la marca EBARA LPS de 250 W de potencia en tubería de 35 mm de diámetro. O similar.	354,00	708,00
BC-155,78	2	Suministro e instalación de bomba circuladora de agua de la quinta batería de captadores, de la marca EBARA LPS de 250 W de potencia en tubería de 35 mm de diámetro. O similar.	354,00	708,00
VB-35	10	Suministro e instalación de válvula de bola de 35 mm de diámetro para aislamiento de sistema de bombas del circuito primario.	19,75	197,50
BC-515,6	2	Suministro e instalación de bomba circuladora de agua de la batería de aerotermos, de la marca EBARA LPS de 750 W de potencia en tubería de 63 mm de diámetro. O similar.	473,70	947,40
VB-63	2	Suministro e instalación de válvula de bola de 63 mm de diámetro para aislamiento de sistema de bombas del sistema de aerotermos.	149,95	299,90
TOTAL DE LA PARTIDA				**3850,40**

VASO DE EXPANSIÓN				
Cód	**Cant**	**Descripción**	**Precio Ud**	**Importe €**
VE-300	1	Suministro e instalación de vaso de expansión de 300 L cerrado con válvula de seguridad de 6 bar y manómetro.	987,28	987,28
VB-63	2	Suministro e instalación de válvula de bola de 63 mm para aislamiento de vaso de expansión.	149,95	299,90
TOTAL DE LA PARTIDA				**1287,18**

SISTEMA INTERCAMBIADOR DE CALOR				
Cód	**Cant**	**Descripción**	**Precio Ud**	**Importe €**
3003 490	1	Intercambiador de placas VIESSMAN Vitotrans 100 Modelo PWT	1303,00	1303,00
TOTAL DE LA PARTIDA				**1303,00**

CIRCUITO PRIMARIO				
Cód	**Cant**	**Descripción**	**Precio Ud**	**Importe €**
TCU-35/30	517	Suministro e instalación de metro lineal de tubería de cobre de 35 mm de diámetro exterior y 30 de diámetro interior; incluyendo piezas accesorios.	9,87	5102,79
AEP-40	517	Suministro e instalación metro lineal de aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 40 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 35 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	6,01	3107,17
TCU-28/25	45,5	Suministro e instalación de metro lineal de tubería de cobre de 28 mm de diámetro exterior y 25 de diámetro interior; incluyendo piezas accesorios.	7,40	336,70
AEP-40	45,5	Suministro e instalación metro lineal de aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 40 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 28 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	6,01	273,45
TCU-22/20	45,5	Suministro e instalación de metro lineal de tubería de cobre de 22 mm de diámetro exterior y 20 de diámetro interior; incluyendo piezas accesorios.	4,94	224,77

AEP-40	45,5	Suministro e instalación metro lineal de aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 40 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 22 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	6,01	273,45
TOTAL DE LA PARTIDA				**9318,33**

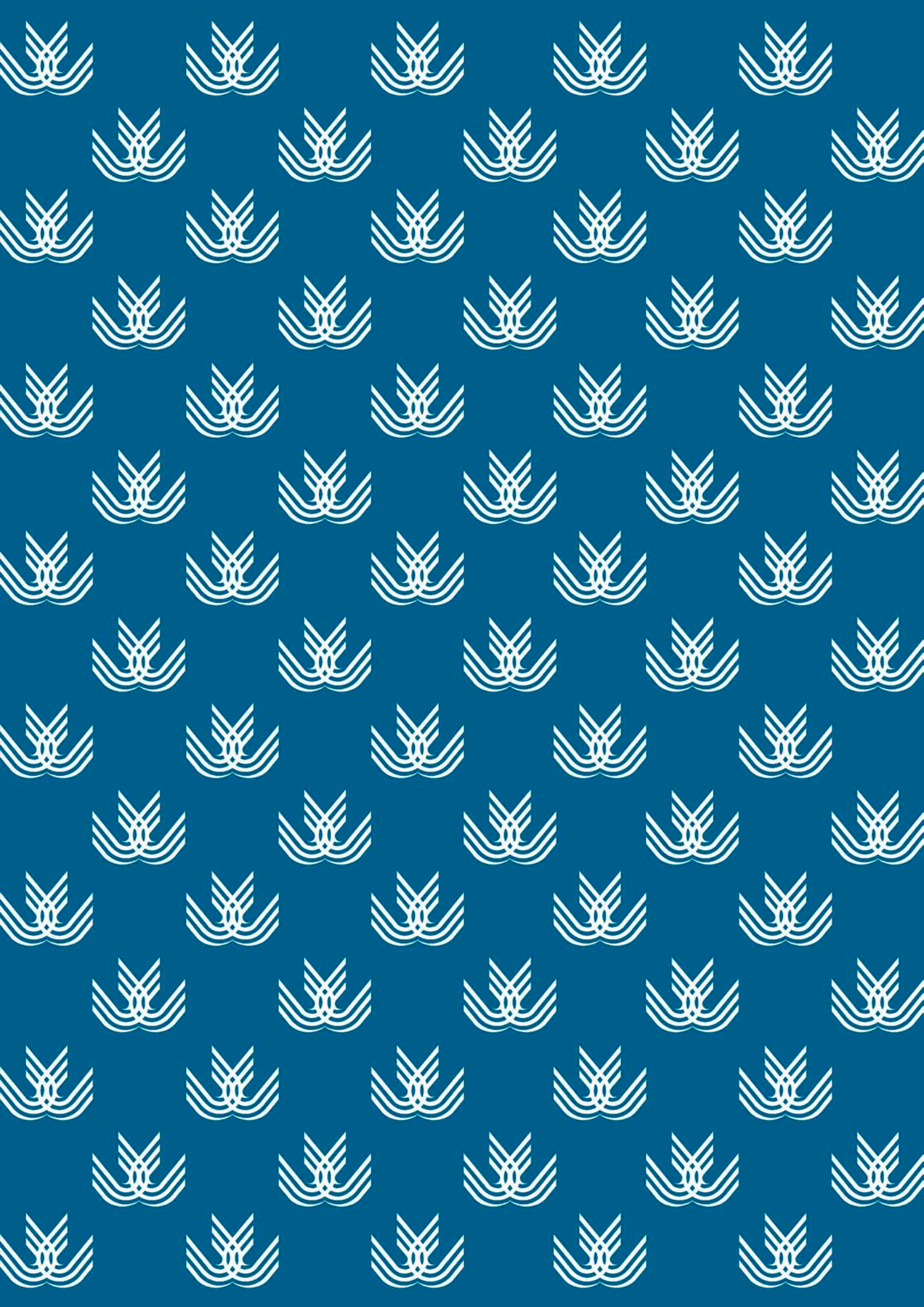
CIRCUITO SECUNDARIO				
Cód	**Cant**	**Descripción**	**Precio Ud**	**Importe €**
TCU-63/60	500	Suministro e instalación de metro lineal de tubería de cobre de 63 mm de diámetro exterior y 60 de diámetro interior; incluyendo piezas accesorios.	24,69	12345,00
AEP-30	500	Suministro e instalación metro lineal de aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 30 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 63 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	4,76	2380,00
TOTAL DE LA PARTIDA				**14725,00**

CIRCUITO EVACUACIÓN DE CALOR				
Cód	**Cant**	**Descripción**	**Precio Ud**	**Importe €**
VM-35	1	Válvula de tres vías motorizada de diámetro 35 mm para control de paso hacia aerotermo, de accionamiento eléctrico.	1659,86	1659,86
AERO	3	Suministro e instalación de aerotermo para evacuación de calor	2033,00	6099,00
TCU-35/30	10	Suministro e instalación metro lineal de tubería de cobre de 35 mm de diámetro exterior incluyendo piezas accesorios.	9,87	98,70
AEP-40	10	Suministro e instalación metro lineal de aislamiento térmico a base de espuma de polietileno de 40 mm de espesor para tuberías calientes/frías de 35 mm de diámetro exterior, con coeficiente de conductividad de 0,04 W/ (mºK) colocado superficialmente y recubierto de pintura de caucho blanco.	6,01	60,1
VB-35	2	Suministro e instalación de válvula de bola de 35 mm para aislamiento de batería de aerotermos.	19,75	39,50
TOTAL DE LA PARTIDA				**7957,16**

SISTEMA DE CONTROL				
Cód	**Cant**	**Descripción**	**Precio Ud**	**Importe €**
PTC-3101	1	Suministro e instalación de sistema de control térmico diferencial, modelo PTC 3101, de regulación electrónica por diferencia de temperatura. O similar.	147,60	147,60
TOTAL DE LA PARTIDA				**147,60**

PUESTA EN MARCHA Y REGULACION DE LA INSTALACIÓN SOLAR				
Cód	**Cant**	**Descripción**	**Precio Ud**	**Importe €**
PM	1	Puesta en marcha de la instalación solar con la realización de las pruebas pertinentes y regulación de funcionamiento del anillo solar.	522,02	522,02
TS	4	Suministro e instalación de termostato de seguridad para limitación máxima de temperatura, en circuito de agua caliente sanitaria y circuito de calentamiento de piscina, marca AKO modelo 14610. O similar.	98,73	394,92
FC-1/50	2	Suministro e instalación de caudalímetros automatizados, para control de distribución de caudales para calentamiento de piscina y agua caliente sanitaria. Rango 1- 50 m^3/h.	220,00	440,00
TOTAL DE LA PARTIDA				**1356,94**

4. Presupuesto.

	Resumen	Importe €
1	Colectores	33766,60
2	Bombas circuito primario	3850,40
3	Vaso de expansión	1287,18
4	Sistema intercambiador de calor	1303,00
5	Circuito primario	9318,33
6	Circuito secundario	14725,00
7	Circuito evacuación de calor	7957,16
8	Sistema de control	147,60
9	Puesta en marcha y regulación de la instalación solar	1356,94
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	73712,21
	INGENIERIA DE PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA (8%)	5896,98
	I.V.A (16%)	12737,47
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	**91981,66**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de NOVENTA Y UN MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y UNO CON SESENTA Y SEIS EUROS.